

Numerische Steuerung für Koordinaten-Bohrwerke

Von Dieter Wolff, Zürich*)

DK 621.952.5-523

Beim Automatisieren von Werkzeugmaschinen besteht die Aufgabe meist darin, gradlinige, kreisförmige oder sonstige Bewegungen von Maschinenteilen nach einem besonderen Programm selbsttätig ablaufen zu lassen. In dem folgenden Aufsatz wird ein Steuergerät beschrieben, bei dem das Programm in einem Fernschreib-Lochstreifen gespeichert ist.

Die Aufgabe beim Automatisieren von Werkzeugmaschinen setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Der erste Teil besteht in der Einhaltung der vorgeschriebenen Geschwindigkeiten und der Genauigkeit, mit der die Wegpunkte erreicht werden sollen. Der zweite umfaßt die Eingabe und Programmspeicherung, die vor allen Dingen einfach sein müssen und einen schnellen Programmwechsel gestatten sollen.

Bei der Ausführung zeigt es sich, daß der Aufwand für das Automatisieren von Werkzeugmaschinen mit Toleranzen von nur hundertstel Millimetern ziemlich groß ist. Dies liegt unter anderem daran, daß dieses Gebiet noch sehr neu ist und man aus den vielen Ausführungsmöglichkeiten noch nicht die billigsten und zweckmäßigsten herausgefunden und ausgearbeitet hat. Eine Untersuchung der Wirtschaftlichkeit ergibt in vielen Fällen doch sehr positive Ergebnisse.

Man muß also möglichst einen Automatisierungsgrad anstreben, der die Kosten rechtfertigt. Sie sind bisher für kleine und mittlere Stückzahlen weit größer als für große Auflagen. Das heißt, daß die Anschaffungskosten für automatische Maschinen mit einem schnellen Programmwechsel höher sein dürfen als für Maschinen mit keinem oder nur einem schwerfälligen Programmwechsel. Nur wenn der Aufwand für den schnellen Programmwechsel nicht ganz wesentlich ins Gewicht fällt gegenüber dem übrigen Automatisierungsaufwand, wird man die zusätzlichen Kosten in Kauf nehmen.

Bei einer Einrichtung für den schnellen Programmwechsel sollte die möglichst einfache und rasche Aufstellung eines neuen Maschinenprogramms mit berücksichtigt werden. Mit dem übrigen Automatisierungsaufwand ist im wesentlichen die Werkzeug- oder Schlitten-Antriebseinrichtung und die Meßeinrichtung mit der zugehörigen Elektronik gemeint.

Man erkennt, daß es auf dem Gebiet der Werkzeugmaschinen-Automatisierung wesentlich ist, den richtigen Automatisierungsgrad an einer möglichst zweckmäßigen Maschine zu erreichen. Man muß also die wirtschaftlichste Lösung anstreben.

Die Aufgabe, feste Punkte nach einem bestimmten Programm zu positionieren, wie sie bei Koordinaten- und Lehren-Bohrwerken auftritt, stellt einen günstigen Fall für die Automatisierung dar. Außerdem sind Koordinaten- und Lehren-Bohrwerke Maschinen, bei denen der Automatisierungsaufwand den Maschinenkosten entspricht.

Neben der Zeiteinsparung durch die Automatisierung von Koordinaten-Bohrwerken, die mit 10% bis 30% je

nach Arbeitsstück nicht sehr hoch erscheint, wird der Mechaniker entlastet, so daß die Ausschußgefahr herabgesetzt wird, sofern die automatische Positionierung sehr zuverlässig arbeitet. Bisher mußte der Arbeiter ständig die bis zu sechsstelligen Zahlen der Koordinaten auf der Zeichnung ablesen und an der Maschinenoptik oder Skala einstellen, was auf die Dauer sehr ermüdend ist. Durch die Entlastung des Arbeiters von dieser Arbeit kann er sich mit größerer Konzentration den anderen Aufgaben widmen, wodurch auch die Fehlerzahl vermindert und die Qualität erhöht werden.

Anlage zum automatischen Positionieren eines Koordinaten-Bohrwerkes

Eine Anlage zum selbsttätigen Positionieren eines Koordinaten-Bohrwerkes muß sehr zuverlässig sein und eine lange Lebensdauer haben.

Zum Positionieren von Hand benötigt man zwischen 15 und 25 s je Koordinate bei 100 mm Lochabstand. Da die Automatik Zeit einsparen soll, müssen hohe Eilgang-Geschwindigkeiten und kurze Positionierzeiten angestrebt werden.

Wegen der Wirtschaftlichkeit sollen keine übertriebenen Forderungen an die Genauigkeit gestellt werden. Absolute Toleranzen von $\pm 0,05$ mm und eine Reproduzierbarkeit von $\pm 0,01$ mm sind in vielen Fällen den Forderungen der Praxis und der Maschinengenauigkeit angepaßt.

Da der einfache und schnelle Programmwechsel bei möglichst niedrigen Kosten wichtig ist, wurde der übliche Fernschreib-Lochstreifen verwendet, der auf jeder Fernschreibmaschine in verhältnismäßig kurzer Zeit programmiert werden kann. Die Werkstückdaten werden also über Lochstreifen eingegeben. Die Daten sind deshalb schon beim ersten Stück vorhanden und müssen nicht erst bei dessen Bearbeitung gespeichert werden.

Aufbau der Anlage

Ein vereinfachtes Blockschaltbild zeigt den Grundgedanken der Steuerung (Bild 1). Die Anlage setzt sich im wesentlichen aus dem Steuerschrank und den an der Maschine montierten Teilen zusammen.

Der Steuerschrank wurde in auswechselbare Schubladen mit Steckeranschlüssen aufgeteilt (Bild 2). In der Reihenfolge von unten nach oben enthält der Schrank: die Ventilator-Schublade, deren Lüfter zum Kühlen des gesamten Schrankes und zum Verhindern von Staubeintritt

*) Dr.-Ing. D. Wolff ist Mitarbeiter der Contraves AG, Zürich.

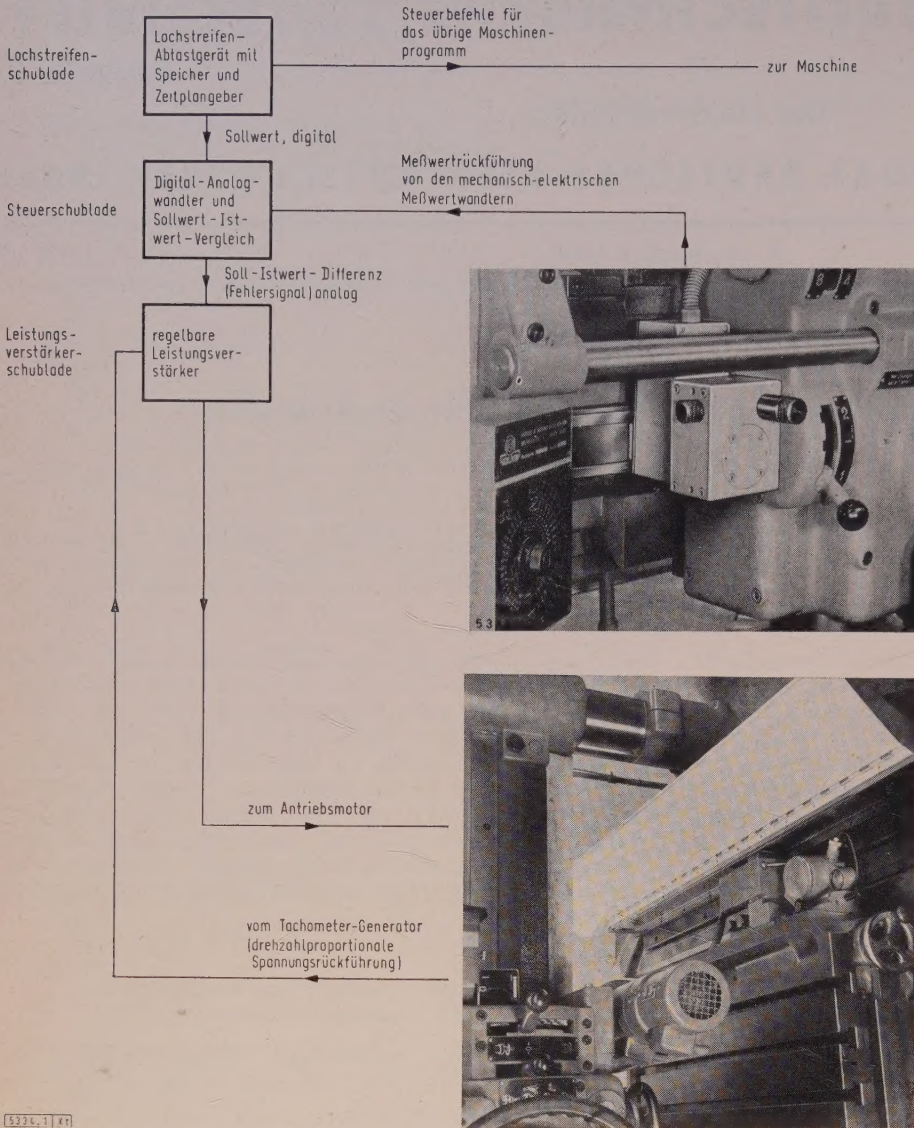


Bild 1. Blockschaltbild der Steuerung.

dient, die Stromversorgungs-Schublade, die Steuer-Schublade der Y-Koordinate (Tisch), die Steuer-Schublade der X-Koordinate (Spindelstock) (Bild 3 unten), das Lochstreifen-Abtastgerät mit Anzeigeeinrichtung der eingestellten Position und Startknopf für automatischen Betrieb (Bild 3 oben) und schließlich den Leistungsverstärker für die kontinuierliche Drehzahlveränderung der Stellmotoren in beiden Richtungen. Die gesamten Bedienelemente für eine Koordinate befinden sich auf der Frontplatte der entsprechenden Steuer-Schublade. Die Steuer-Schubladen der beiden Koordinaten sind gleich.

Bei Verwendung einer weiteren Steuer-Schublade kann auch die dritte oder Z-Koordinate automatisiert werden. Der Lochstreifengeber ist in der Lage, auch das Z-Programm aufzunehmen und zu steuern.

Das Programmieren

Bei Lochstreifen mit internationalem Fernschreib-Kode ist das Aufbringen des Programms verhältnismäßig einfach. Man kann dazu die für den Fernschreibbetrieb übliche Schreibmaschine benutzen oder einen einfachen Streifenstanzer. Mit den an der Tastatur vorhandenen Zahlen werden die Koordinatenpunkte als dekadische Zahlenwerte in Millimetern auf den Streifen gestanzt. Die Buchstaben werden zum automatischen Steuern des übrigen Maschinenprogramms verwendet, wobei jedem Buchstaben ein bestimmter Befehl zugeordnet ist, der auf dem Lochstreifen

beliebig programmiert werden kann. Das Stanzen eines solchen Programms auf der Fernschreibmaschine ist eine Sache von wenigen Minuten.

Die Tisch- und Bohrschlittenbewegungen können überdies an getrennten, sechsstelligen Dekadenschaltern vorgewählt werden, was besonders bei Einzelstücken zweckmäßig ist. Überdies gestatten die Dekadenschalter, innerhalb des automatischen Programmlaufes nach Lochstreifen zusätzliche Werte einzustreuen.

Das Programm der Maschine läßt sich sehr schnell auswechseln, denn dazu braucht man lediglich den Lochstreifen auszutauschen. In den meisten Fällen kann mit einem endlosen Streifen gearbeitet werden, dessen Programm sich ohne Neuanlagen beliebig oft wiederholen läßt. Hierzu wird zweckmäßig statt des normalen Papierstreifens ein Kunststoffstreifen verwendet. Wird der Lochstreifen auf die im Sender vorhandene Rolle aufgewickelt, so können auf einem Streifen Hunderte von Positionen aufgebracht werden.

Tisch- und Bohrschlitten können auch durch Handbetätigung von Drehknöpfen bewegt werden. Es besteht die Möglichkeit, das Werkzeug im ganzen Geschwindigkeitsbereich von 1 mm/min (Kriechgang) bis 2400 mm/min (Eilgang) stufenlos nach geeichter Skala in beiden Richtungen zu bewegen. Diese Handschaltung kann sowohl am Schaltschrank als auch an einem transportablen Fernbedienungsgerät betätigt werden, z.B. beim Einrichten, Handpositionieren, Fräsen usw.



Bild 2. Steuerschrank.

Arbeitsablauf bei Lochstreifen-Steuerung

Beim automatischen Positionieren nach Lochstreifen ergibt sich folgender Arbeitsablauf:

1. Mit einem Startknopf wird der automatische Vorschub des Lochstreifens ausgelöst.
2. Die Zahlenwerte der X- und Y-Koordinate werden nacheinander abgetastet und im Schaltschrank gespeichert. Die gespeicherten Zahlen leuchten gut lesbar im Schaltschrank auf.
3. Nach vollendeter Speicherung der gelochten Koordinatenwerte erhalten die Stellmotoren für Bohrschlitten und Tisch vom Lochstreifen das Startsignal und bewegen die von ihnen angetriebenen Teile gleichzeitig in die Sollstellung. Ein Anzeige-Instrument läßt erkennen, wann Soll- und Istwert übereinstimmen. Sobald dies der Fall ist, werden Schlitten und Tisch festgeklammert.
4. Nach Abgabe sämtlicher Programmbefehle einer Arbeitsphase setzt ein anschließendes Zeichen auf dem Lochstreifen den Streifenvorschub still.

Die in zwei Stufen durchgeführte kontinuierliche Regelung mit verhältnismäßig kleiner Zeitkonstante und der große Regelbereich führen zu sehr kurzen Positionierungszeiten. Die Positionierungszeit bei einem Lochabstand von 100 mm in X- und Y-Richtung liegt zwischen 3 und 5 s für beide Koordinaten.

Antriebs- und Meßelemente

Die geregelten Gleichstrom-Antriebsmotoren mit Tachometer-Generatoren treiben Tisch und Spindelstock über spielfreie und starre Getriebe und Antriebsselemente an. Die Meßelemente bestehen aus der Zahnstange mit Abdeckung und dem Getriebekasten (Bild 1), der die mechanisch-elektrischen Meßwertwandler für die Grob- und Feinpositionierung enthält. Diese Wandler sind über ein Getriebe miteinander gekuppelt und werden vom Zahnstangenritzel angetrieben.

Mit einer Kupplung kann man das Meßgetriebe vom Zahnstangenritzel trennen. Hierdurch kann jeder beliebigen Tischstellung jeder beliebige Positionszahlenwert zugeordnet werden. Dies bedeutet eine beliebige Maßstabverschiebung, die für den Einrichtvorgang zweckmäßig ist.

Die Auswahl der Elemente für diese Steuerung und die Bemessung wurden vor allem in bezug auf Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer durchgeführt. Die neben den Tran-

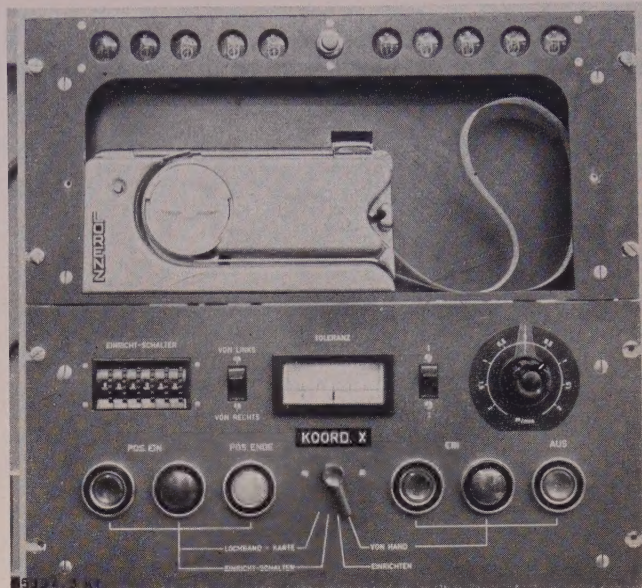


Bild 3. Steuer-Schublade für die X-Koordinate und Lochstreifen-Abtaster.

sistoren verwendeten Röhren haben eine garantierte Lebensdauer von 10 000 h. Zum Vereinfachen der Lagerhaltung hat man sich auf drei Röhrentypen beschränkt. Für die Relais wurde ein einziger hermetisch gekapselter und steckbarer Typ gewählt. Als Lochstreifensender oder Abtastergerät für den Lochstreifen wird ein in der Fernschreibtechnik seit Jahren bewährtes Modell verwendet.

Zusammenfassung

Bei der Herstellung von Teilen, die in großen Stückzahlen verlangt werden, verwendet man immer mehr automatisch arbeitende Werkzeugmaschinen. Ein großer Vorteil ist es, wenn das Fertigungsprogramm auf den Maschinen leicht geändert werden kann. In dem Aufsatz wird eine Steuerung beschrieben, bei der die Schaltbefehle für die Antriebsmotoren des Tisches und des Spindelstockes in einem Lochstreifen eingestanz sind, wie er auch im Fernschreibbetrieb verwendet wird. Das hat den Vorteil, daß man das Arbeitsprogramm der Maschine sehr einfach mit einer üblichen Fernschreibmaschine aufnehmen und ändern kann.

Elektromechanische und elektrohydraulische Nachformverfahren für Vollumriß

Von Wolfgang Courtin, Darmstadt, und Ludwig Menzel, Gerlingen*)

DK 621.9.523.3

Das Nachformen ist ein Arbeitsverfahren zum wirtschaftlichen Bearbeiten von Werkstücken in mittleren Serien sowie von kompliziert geformten Einzelstücken. Dabei steuert ein Fühler nach einer Schablone oder einem Modell selbsttätig, d. h. ohne menschlichen Eingriff, die Bahn eines Werkzeuges, das die Schabloneform aus dem Werkstück herausarbeitet. Diese Bahn ist beim Vollumriß-Nachformen eine in sich geschlossene Linie. Da der Fühler nicht formschlüssig mit der Schablone verbunden ist, muß er sich mit Hilfe des Nachformregelkreises selbst auf seinem Kurs halten und darf an keiner Stelle die Berührung mit der Schablone verlieren. Zum Lösen dieser Aufgabe wurden verschiedene Nachformsysteme entwickelt, von denen ein neues, elektrohydraulisches Verfahren eingehender besprochen wird.

Die Hauptteile des Nachformregelkreises

Von einer Nachformeinrichtung fordert man vor allem ein möglichst genaues Arbeiten, auch bei hohen Abtastgeschwindigkeiten. Für das Vollumriß-Nachformen bedeutet das, daß die umfahrene Fläche des Werkstückes, wenn man den Maßstab 1:1 voraussetzt, mit der Schablone oder bei einem räumlichen Modell mit dem Umriß in der abgetaste-

ten Ebene deckungsgleich sein soll. Daraus folgt wiederum, daß in jedem Abtastpunkt der Schablone die Richtung der Kursgeschwindigkeit, d. h. der Relativgeschwindigkeit zwischen Fühler und Schablone, mit der jeweiligen Tangentenrichtung der Schablone übereinstimmen muß. Diese beiden Richtungen lassen sich durch den Kurswinkel β und den Tangentenwinkel α ausdrücken. Der Kurswinkel β soll also stets gleich dem Tangentenwinkel α sein.

Damit der Fühler den Kurswinkel steuern kann, muß er stets an der Schablone ausgelenkt werden. Um die Nach-

*) Dipl.-Ing. W. Courtin ist Mitarbeiter der AEG, Frankfurt a. M.; Ing. L. Menzel ist Mitarbeiter im Laboratorium der EMG, Elektromechanik GmbH, Wendenerhütte über Olpe (Westf.).

formgenauigkeit zu erhöhen, strebt man an, daß diese Auslenkung möglichst klein ist und sich während des Umlaufs um die Schablone möglichst wenig ändert. Wenn die Auslenkung nämlich konstant ist, kann man sie von vornherein berücksichtigen.

Ein Nachformregelkreis besteht im wesentlichen aus vier Teilen:

- der Schablone oder dem Modell,
- dem Fühler,
- der Steuerung und
- dem Vorschubantrieb.

Der Fühler hat eine zweifache Aufgabe zu erfüllen. Er gibt an die Steuerung eine mechanische oder elektrische Größe ab, die einem bestimmten Kurswinkel β entspricht. Ferner vergleicht er den tatsächlichen Kurswinkel β mit dem Tangentenwinkel α und veranlaßt gegebenenfalls eine Korrektur des Kurses. Über Fühler und Schablone wird der Nachformregelkreis geschlossen. Der Tangentenwinkel α der Schablone stellt den Sollwert des Nachformregelkreises dar, der Kurswinkel bildet den Istwert.

In der Steuerung wird die Ausgangsgröße des Fühlers verstärkt und damit die vorgegebene Kursgeschwindigkeit auf zwei Koordinaten verteilt. Der Kurswinkel ergibt sich aus dem Verhältnis der beiden Geschwindigkeitskomponenten. Bei rechtwinkligen Koordinaten x und y ist

$$\tan \beta = \frac{v_y}{v_x}$$

Der Antrieb erzeugt die Vorschubbewegungen, z. B. eines Kreuzschlittens, auf dem Werkstück und Schablone aufgespannt sind. Bei den folgenden Ausführungen wird immer ein derartiges rechtwinkliges Koordinatensystem zugrunde gelegt. Beim Vollumriß-Nachformen braucht man für jede Koordinate einen Umkehrantrieb.

Fühler, Steuerung und Antrieb können stetig oder unstetig arbeiten. Meist kombiniert man nur stetige oder nur unstetige Elemente miteinander.

Zum Umrißabtasten wird meist ein mechanischer Fühler verwendet, dessen Taststift in der Ruhelage senkrecht zur Nachformebene steht, und an dem die auslenkende Kraft senkrecht zur Tangentenrichtung der Schablone angreift. Der Taststift wird daher beim Berühren radial, d. h. senkrecht zur Tangente, ausgelenkt.

Um die Wirkungsweise der vielen Nachformsysteme, die heute in der Praxis angewendet werden, leichter zu übersehen und einzuordnen, kann man sie, besonders bei Systemen zur Vollumriß-Abtastung, danach einteilen, ob der Fühler richtungsempfindlich ist oder nicht.

Nachformeinrichtungen mit richtungsempfindlichem Fühler

Kennzeichnend für einen richtungsempfindlichen Fühler ist, daß die — in den allermeisten Fällen elektrische — Größe, die den Kurswinkel β bestimmt, von der Richtung der Auslenkung abgeleitet wird, d. h. vom Tangentenwinkel α . Über die Steuerung gibt der Fühler die Sollwerte für die Geschwindigkeiten oder Drehzahlen der beiden Vorschubantriebe, die gesteuert oder geregelt arbeiten können.

Bei stetiger Arbeitsweise gibt z. B. ein induktiver Fühler zwei Wechselspannungen ab, die proportional $\sin \alpha$ oder $\cos \alpha$ sind. Ein Rechner bildet daraus ein Maß für den Tangentenwinkel α . Entsprechend diesem Winkel gibt der Rechner zwei Spannungen ab, als Sollwerte für zwei Drehzahlregelkreise, z. B. mit Gleichstrommotoren. Da aber auch bei drehzahlgeregelten Antrieben infolge unterschiedlicher Belastungen, Spiel der Antriebsspindel, Reibung zwischen Taststift und Schablone usw. der Kurswinkel vom Tangentenwinkel abweichen kann, muß außer der Richtung auch der Betrag der Auslenkung erfaßt werden.

Ein zweiter Rechner ermittelt diesen Betrag aus den beiden Spannungskomponenten des Fühlers, steuert aus, wenn der Betrag von einem festen Sollwert abweicht, d. h. wenn ein Nachformfehler auftritt, und gibt eine Kurswinkel-

korrektur an den ersten Rechner. Dadurch wird der Fühler an der Schablone gehalten. Zu jedem Tangentenwinkel zwischen 0 und 360° gehören zwei eindeutige Drehzahl-Sollwerte. Es ist daher möglich, mit diesem System ohne Umschaltungen oder Eingriffe von Hand einen geschlossenen Umriß nachzuformen. Dieser Vorteil muß jedoch mit einem hohen Aufwand erkauft werden [1].

Nachformeinrichtungen mit richtungsunempfindlichem Fühler

Die Steuergröße für den Kurswinkel bei nicht richtungsempfindlichem Fühler wird nur vom Betrag der Auslenkung abgeleitet. Der Aufwand für die Steuerung wird dadurch, besonders bei stetiger Abtastung, geringer als bei Systemen mit richtungsempfindlichem Fühler. Die radiale Bewegung des Taststiftes wird umgelenkt in eine axiale, senkrecht zur Nachformebene.

Die Zuordnung zwischen Auslenkbetrag und Kurswinkel ist nicht starr, sondern auch von Störgrößen abhängig. Werden z. B. die Antriebe ungleich belastet, so ändert sich das Geschwindigkeitsverhältnis v_y/v_x und damit der Kurswinkel. Jede Winkeldifferenz $\alpha - \beta$ infolge Änderung einer Störgröße oder der Führungsgröße α regelt der Nachformregelkreis sofort aus, der Fühler bildet die Regelabweichung. Die Auslenkung ändert sich in der Zeit t um den Betrag

$$e_2 - e_1 = \int_0^t v_k \cdot \sin(\alpha - \beta) dt$$

so lange, bis $\alpha - \beta = 0$ ist (Bild 1).

Dabei bedeutet v_k die Kursgeschwindigkeit des Fühlers relativ zur Schablone, e_1 ist der Auslenkbetrag vor und e_2 während der Änderung. Die Auslenkung $e = 0$ gibt die Richtung vor, in der sich der Fühler der Schablone nähert (Anfahrrichtung).

Bei einem stetig arbeitenden Nachformsystem wird die axial umgelenkte Fühlerbewegung dazu benutzt, entweder über einen elektromechanischen Meßwertumformer (Weggeber) an die Steuerung eine elektrische Spannung abzugeben oder, bei hydraulischem Antrieb der Maschine, einen hydraulischen Verstärker, z. B. einen Vierwegeschieber, stetig auszusteuern. Der hydraulische Verstärker übernimmt dann die Funktion des Steuerteils.

Beispiel: Eine Ölpumpe liefert einen einstellbaren, zeitlich konstanten Ölstrom. Entsprechend der Schieberöffnung verteilt sich der Ölstrom auf beide Antriebsmotoren, deren Geschwindigkeiten den zugeführten Ölströmen proportional sind. Als Antriebs Elemente werden meist hydrostatische Motoren benutzt, doppeltwirkende Zylinder oder Kolbenmotoren.

Ist der Schieber offen und der Fühler nicht ausgelenkt, so fließt der gesamte Ölstrom durch den Schieber zu einem

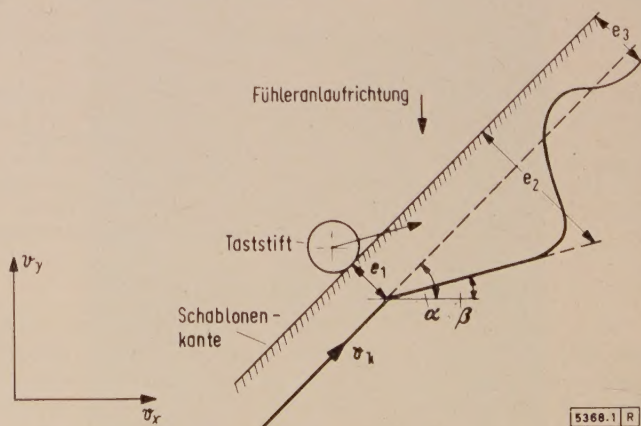


Bild 1. Kurs eines Fühlers an der Schablone.

- α Tangentenwinkel
- β Kurswinkel
- e_1 Auslenkung vor dem Auftreten der Störung
- e_2 Auslenkung, wenn Regelung unwirksam ist
- e_3 Auslenkung, wenn Störung ausgeregelt ist

Motor. Schließt der Schieber, so steigt der Öldruck davor an, ein Vorspannventil öffnet und der Ölstrom verteilt sich auf beide Motoren. Der erfassbare Winkelbereich beträgt 180° . Soll ein voller Kreis abgetastet werden, so müssen die Richtungen umgeschaltet werden, z. B. mit Magnetventilen. Auslenkung Null bedeutet Anfahren an die Schablone, größte Auslenkung hat die entgegengesetzte Bewegung zur Folge. Jedem Zwischenwert der Auslenkung ist ein Kurswinkel zwischen Null und 180° zugeordnet.

Die Vorteile des hydraulischen Antriebs sind: In großem Bereich ist stetige Steuerung des Antriebs in beiden Richtungen möglich. Große Stellkräfte, hohe Leistungsverstärkung können erreicht werden.

Hydrostatische Antriebe haben wesentlich geringere Schwungmomente und bewegte Massen als elektromotorische Antriebe, z. B. Gleichstrom-Motoren. Geradlinige Bewegungen können auf einfache Weise mit Hydraulik-Zylindern ohne den Umweg über rotierende Bewegungen erzeugt werden. Wegen dieser Eigenschaften ist der hydrostatische Antrieb für Nachformeinrichtungen sehr vorteilhaft.

Die Nachformgenauigkeit soll möglichst hoch sein. Dafür ist ein stetiges Verfahren gut, weil keine Stufen auftreten, die durch die begrenzte Schalthäufigkeit der Kuppelungen oder Magnetventile bedingt sind. Ein großer Geschwindigkeitsbereich wird benötigt, wenn man ganz flache Konturen nachfährt, denn dabei muß ein Stellmotor sehr schnell, der andere sehr langsam laufen.

Fordert man z. B., daß die Kursgeschwindigkeit im Verhältnis 1:10 stetig verstellbar sein soll und daß schräge Kanten mit Steigungen flacher als 1:30 zügig verfolgt werden sollen, so muß jeder Motor einen Geschwindigkeitsbereich von mehr als 1:300 haben. Dieser Bereich darf keine Getriebe-Umschaltungen oder dergleichen einschließen, weil sonst Marken im Werkstück entstehen. Der hydraulische Stellmotor, z. B. der Axialkolbenmotor, erfüllt diese Anforderungen ohne weiteres [2].

Die Kombination des mechanischen Abtasters mit einem hydraulischen Schieber bringt jedoch auch Schwierigkeiten. Der Schieber muß einerseits schon bei sehr kleiner Auslenkung aus der Mittellage einen Ölstrom in der gewünschten Richtung freigeben, weil die Taststiftauslenkung und der Nachformfehler möglichst klein sein sollen. Andererseits ist es schwierig, den großen Stellbereich, z. B. 1:300, auf einem so kleinen Weg unterzubringen. Das bedeutet, daß der Schieberweg des hydraulischen Verstärkers möglichst groß, die Fühlerauslenkung jedoch möglichst klein sein sollen. Diese sich widersprechenden Forderungen können erfüllt werden, wenn man zwischen Taststift und Hydraulikschieber eine elektrische Wegübersetzung mit Leistungsverstärkung einschaltet. Man kommt damit von der hydraulischen zur elektrohydraulischen Nachformregelung.

Elektrohydraulische Nachformeinrichtung mit Tauchspulenreglern

Bei einer bewährten elektrohydraulischen Nachformregelung wird die gewünschte Wegübersetzung durch Einfügung eines elektronischen Verstärkers zwischen dem mechanisch ausgelenkten Fühler mit induktivem Wegmeßsystem und dem Tauchspulenregler [3] als elektrohydraulischem Stellglied gewonnen. Durch Verbesserung und Erweiterung dieser Grundbauteile wurde eine leistungsfähige Nachformeinrichtung für automatischen Vollumriß entwickelt, die im folgenden näher beschrieben wird.

Stellmotor

Bei kleinen Stellkräften und Vorschubwegen überwiegen die Vorteile des hydraulischen Arbeitszylinders. Bei hohen Kräften und großen Wegen kann sich die — wenn auch geringe — Kompressibilität des Öles bereits störend bemerkbar machen. Man nimmt dann den Umweg über die rotierende Bewegung eines hydrostatischen Motors mit Um-

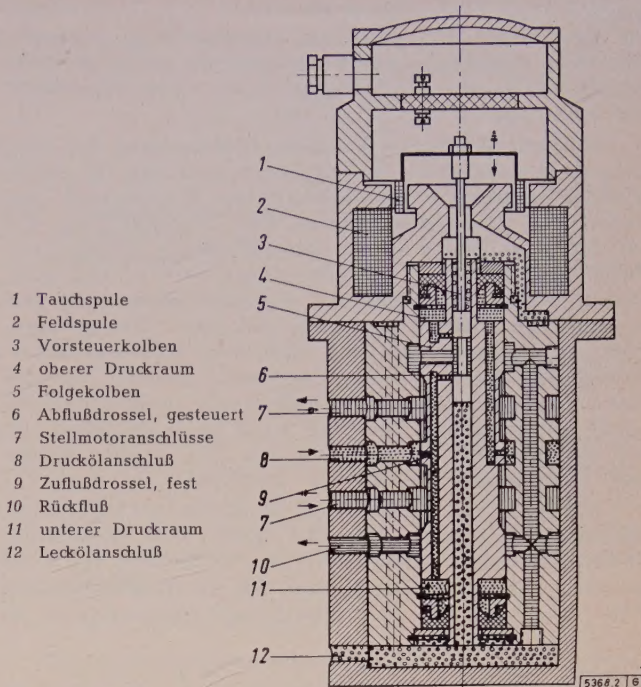


Bild 2. Längsschnitt des Tauchspulenreglers TR-h.

wandlung in Längsbewegung mit Spindel und Mutter in Kauf. Dabei muß größte Sorgfalt auf die Erzielung einer spielfreien Kraftübertragung in allen Gliedern zwischen Motor und Vorschubschlitten gelegt werden.

Die geforderte mechanische Leistung — größte Kraft F_{\max} am Vorschubschlitten mal Höchstgeschwindigkeit v_{\max} — bestimmt die Daten des Stellmotors und entspricht der beizustellenden hydraulischen Leistung, Druck p_{mot} mal Fördermenge Q :

$$F_{\max} \cdot v_{\max} = p_{\text{mot}} \cdot Q.$$

Da der geschwindigkeitssteuernde Vierwegeschieber nach dem Drosselprinzip arbeitet, muß der Druck im Ölnetz um den Druckfall Δp im Drosselquerschnitt größer sein als der Motordruck. Beim Vollumrißverfahren mit zwei zueinander senkrechten Schlittenbewegungen liegen die zwei Stellmotoren über je einen Vierwegeschieber parallel am Ölnetz.

Stellglied

Für Vorschubleistungen bis etwa 3 kW kann vorteilhaft ein Tauchspulenregler der Bauform TR-h (Bild 2) verwendet werden, wenn der hydraulische Kreis so bemessen ist, daß das Arbeitsöl für das kraftverstärkende Folgesystem im Tauchspulenregler dem gemeinsamen Ölnetz entnommen werden kann. Hier ist der Kolben des Folgesystems gleichzeitig als Vierwegeschieber ausgebildet. Andernfalls wird ein getrennter Vierwegeschieber an den Folgekolben des Tauchspulenreglers Bauform TR-m (mechanischer Ausgang) angekuppelt. Für die Ausbildung der Steuerkanten steht ein Weg von ± 4 mm zur Verfügung. Zum Erzielen günstiger Verhältnisse im Regelkreis ist eine möglichst vollständige Linearität der Kennlinie $Q = f(s)$ (Oldurchflußmenge in Abhängigkeit von der Schieberauslenkung) anzustreben. Das erfordert besondere Präzision im Gebiet des Nulldurchgangs der Kennlinie, d. h. beim Richtungswechsel der Ölströme.

Das elektrische System des Tauchspulenreglers ähnelt dem des dynamischen Lautsprechers. Die Tauchspule wird durch elektromagnetische oder mechanische Federkräfte in ihrer Symmetrielage gehalten. Sie trägt im Feld des Ringspaltmagneten eine zur leichteren Anpassung an Gegentaktverstärker zweigeteilte Steuerwicklung. Infolge der weg-

proportionalen Rückstellkraft der Federn ist die Auslenkung der Tauchspule dem jeweiligen Steuerstrom proportional. Der vollen Auslenkung von 4 mm entspricht ein Steuerstrom von 300 mA in einer Wicklungshälfte mit einem Widerstand von etwa 25 Ω .

Die Tauchspule nimmt bei jeder Lageänderung den Vorsteuerkolben des hydraulischen Folgesystems mit. Er gleitet in einer zentrischen Längsbohrung des Folgekolbens und steuert mit seinen Steuerkanten zwei Abflußdrosseln, die mit den Druckräumen an den Stirnflächen des Folgekolbens Verbindung haben. Da die Druckräume über je eine Festdrossel mit der Zuflußleitung verbunden sind, stellt sich in ihnen ein mittlerer Druck ein. Bei einer kleinen Lageänderung der Tauchspule, z. B. nach oben, wird die Abflußdrossel des oberen Druckraumes weiter geöffnet, die des unteren mehr geschlossen. Der entstehende Druckunterschied ergibt eine nach oben gerichtete Kraft am Folgekolben, die erst verschwindet, wenn er sich um den gleichen Betrag nach oben bewegt hat wie die Tauchspule.

Tauchspule und Folgekolben benötigen für jede Lageänderung eine gewisse Zeit. Die Summe ihrer Eigenzeiten ist aus der Übergangsfunktion für den vollen Weg von 4 mm zu ersehen (Bild 3). Der Vorteil, den die Wegübersetzung bietet, muß also mit einer zusätzlichen Zeitkonstanten im

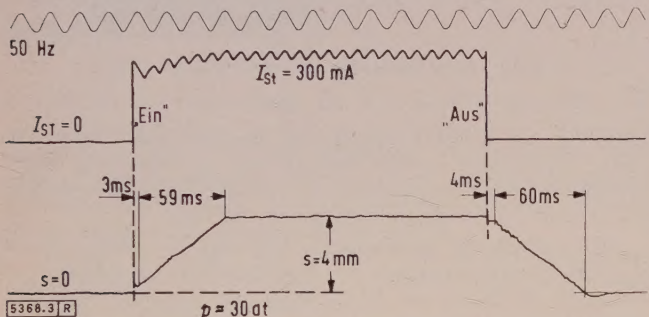


Bild 3. Übergangsfunktion $s = f(t)$ des Tauchspulenreglers TR-h.

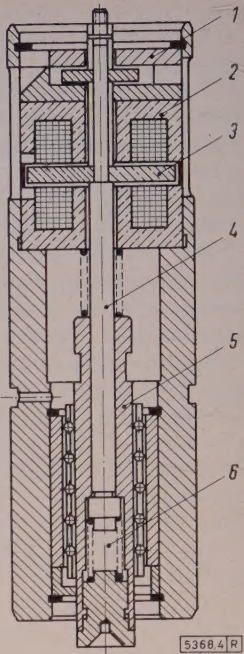
Regelkreis erkaufte werden. Ihr schädlicher Einfluß wird aber durch einen entsprechenden Vorhalt im Verstärker weitgehend aufgehoben [4, 5].

Fühler

Der Fühler ist richtungsunempfindlich. Ein mechanisches Umlenksystem überträgt die geometrische Summe der Fühlstiftauslenkungen als Axialbewegung auf das Meßsystem (Bild 4). Es ist nach dem Prinzip der Eltas-Meßlehre als induktive Halbbrücke aufgebaut. Zwischen zwei Topfkernspulen 2 ist eine ferromagnetische Scheibe 3 als Anker angeordnet. Ihre Lageänderung beeinflusst die Induktivität beider Spulen gegensinnig. Die Mittellage der Ankerscheibe ergibt den Brücken-Nullabgleich und ist gleichbedeutend mit dem Befehl „Halt“ für den Stellmotor der Kopierrichtung y.

Bild 4. Längsschnitt des induktiven Weggebers IWG.

- 1 Wegbegrenzung
- 2 Topfkernspulen
- 3 Ankerscheibe
- 4 Betätigungsstange
- 5 Längskugellager
- 6 mechanischer Überweg



Da der Fühler bei nicht ausgelenktem Fühlstift in der y-Richtung auf die Schablone zulaufen soll, ist die Ruhelage des Fühlstiftes einer unsymmetrischen Lage der Ankerscheibe — nahe der unteren Spule — zugeordnet. Die zum Anheben des Ankers bis zum Nullabgleich erforderliche Fühlstiftauslenkung a ist einstellbar und kann zwischen etwa 0,1 und 0,6 mm gewählt werden. Der geometrische Ort für den Fühlstift-Mittelpunkt bei der Geschwindigkeit $v_y = 0$ ist dann ein Kreis mit dem Radius a um die Ruhelage.

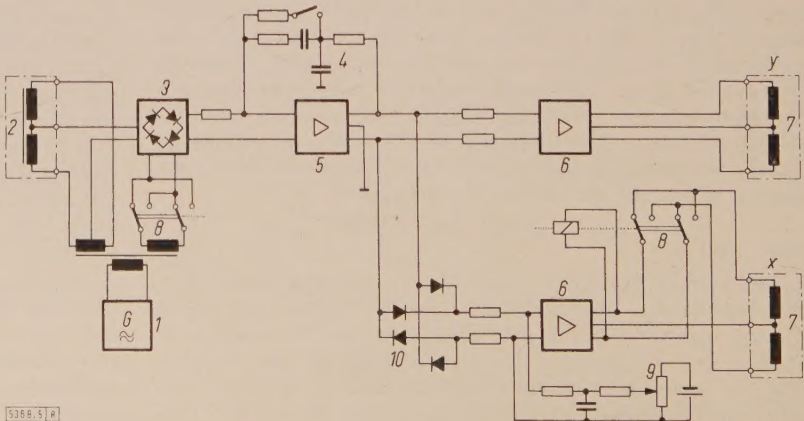
Wie später gezeigt wird, weicht die für alle anderen vorkommenden Geschwindigkeiten v_y erforderliche Auslenkung nur wenig von a ab. Der Durchmesser des Fühlstiftes wird deshalb um $2a$ größer ausgeführt als der Fräserdurchmesser.

Verstärker

Die zweite Hälfte der Brückenschaltung für die induktive Wegmessung wird von einer mit Mittelanzapfung versehenen Wicklung des Speisetransformators im Verstärker gebildet, der mit einer Frequenz von 5 kHz und mit verhältnismäßig großer Leistung gespeist wird. Dadurch ist eine hohe Sicherheit gegen Einstreuungen mit Netzfrequenz erreicht. Ein besonderer Verstärker für die Brückenausgangsspannung vor der Gleichrichtung wird vermieden und die erforderliche Glättungs-Zeitkonstante kann so klein gehalten werden, daß sie keinen Einfluß auf die Regeleigenschaften hat. Eine Ringmodulatorschaltung, der eine feste Hilfsspannung aus dem 5-kHz-Generator zugeführt wird, bewirkt die

Bild 5. Verstärkerschema.

- 1 5-kHz-Generator
- 2 induktiver Weggeber
- 3 Ringmodulator
- 4 komplexe Rückführung
- 5 Vorverstärker
- 6 Leistungsverstärker
- 7 Steuerspulen im Tauchspulenregler
- 8 Richtungswechsel für x-Richtung und Fühlerwirkung bei Halbkreisumschaltung
- 9 Vorgabe der Kursgeschwindigkeit v_k
- 10 Absolutwertbildung



phasenempfindliche Gleichrichtung. Die Ausgangsspannung beträgt an einer Last von $10\text{ k}\Omega$ 6 mV je Mikrometer Fühlerstiftauslenkung.

Der Verstärker (Bild 5) ist als reiner Gleichstromverstärker ausgeführt, weil sich die benötigten Rechenoperationen damit besonders bequem gewinnen lassen. Alle Verstärkerstufen sind ebenso wie der 5-kHz -Generator 1 mit Transistoren bestückt.

Auf die Gleichrichtung folgt zunächst ein Vorverstärker 5 mit erdsymmetrischem Ausgang. Er ist mit einer komplexen Rückführung 4 versehen, die außer dem oben erwähnten Vorhaltglied noch ein nachgebendes Glied enthält. Dadurch kann die statische Verstärkung beliebig hochgetrieben werden, während die dynamische Verstärkung so weit vermindert bleibt, daß die Stabilität des Regelkreises nicht gefährdet wird.

Wenn man von dem geschilderten Zeitverhalten absieht, ist die Ausgangsspannung des Vorverstärkers 5 der Fühlerstift-Auslenkung proportional. Sie kann daher als Sollwert für die Geschwindigkeit v_y dienen. Im rechtwinkligen Koordinatensystem wird die gesuchte Geschwindigkeit v_x mit der zu wählenden resultierenden Kursgeschwindigkeit v_k erhalten zu

$$v_x = \sqrt{v_k^2 - v_y^2}$$

Abgesehen von dem hohen Aufwand der zum Lösen dieses Ausdrucks erforderlichen Analogrechenglieder werden für die exakte Durchführung zwei Regelkreise für v_x und v_y notwendig. Ihre Verwirklichung scheitert an dem Fehlen geeigneter Istwertgeber für Geschwindigkeiten mit dem oben geforderten Meßbereich von mindestens $1:300$. Der Aufwand kann aber vermieden werden durch Verwendung der einfachen Näherung

$$v_x \approx v_k - |v_y|$$

und Weglassen der Regelkreise. Auf Grund der Näherung muß eine Schwankung der Kursgeschwindigkeit im Verhältnis eins (beim Kurswinkel 0 und 90°) zu $0,71$ (beim Kurswinkel 45°) in Kauf genommen werden. Eine Vergrößerung der Schwankung durch Linearitätsfehler in den folgenden Gliedern muß möglichst vermieden werden.

Für die Leistungsverstärker ist das leicht zu erreichen. Bei den Vierwegeschiebern ist, wie oben schon gefordert, größte Sorgfalt auf die Ausbildung der Steuerkanäle zu verwenden. Weiterhin muß für eine möglichst konstante Ölviskosität und für einen nahezu konstanten Druckabfall am Steuerspalt gesorgt werden. Notfalls kann hier durch Störgrößen-Aufschaltung eine Verbesserung erzielt werden. Die vorstehenden Überlegungen beziehen sich nur auf die Konstanz der Kursgeschwindigkeit. Die Vereinfachungen verringern die Nachformgenauigkeit nicht, weil der Regelkreis für sie über Schablone und Fühler geschlossen ist.

Im Verstärker wird die vereinfachte Lösung wie folgt verwirklicht: Der Sollwert für v_y am Ausgang des Vorverstärkers steuert über einen linearen Leistungsverstärker unmittelbar die Steuerspulen des Tauchspulenreglers für die y -Richtung. Dem addierenden Eingang eines gleichartigen Leistungsverstärkers für die x -Richtung wird ein der gewünschten Kursgeschwindigkeit entsprechender konstanter Strom zugeführt. Er trifft hier mit einem entgegengesetzt gerichteten Strom zusammen, der über Festwiderstände und eine Gleichrichterbrücke mit vorgespannten Dioden zur Absolutwertbildung vom Augenblickswert der Ausgangsspannung des Vorverstärkers abgeleitet ist. Damit ist die gewünschte Beziehung

$$v_x = v_k - |v_y|$$

erhalten.

Ein Kurswinkel von über 90° erfordert einen Richtungswechsel der Geschwindigkeit v_x . Tatsächlich liefert die besprochene Schaltung bei Winkeln über 90° negative Werte

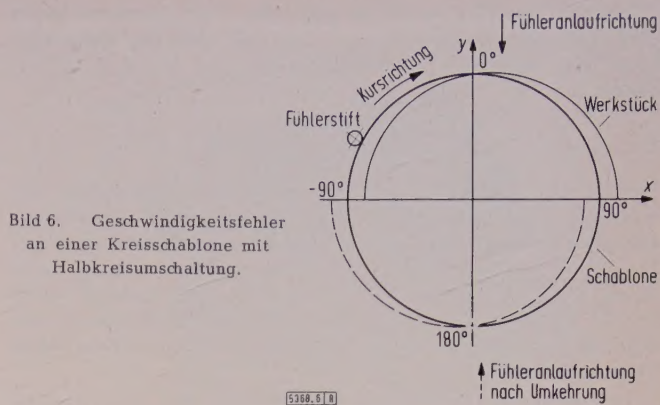


Bild 6. Geschwindigkeitsfehler an einer Kreisschablone mit Halbkreisumschaltung.

für v_x . Dazu muß aber $|v_y|$ größer werden als der Sollwert von v_k , was zum Ansteigen der resultierenden Kursgeschwindigkeit führt. $|v_x|$ muß auch stets kleiner bleiben als $|v_y|$, weshalb ein Kurswinkel von 135° nicht erreicht werden kann. Bei Kurswinkeln von 90° oder -90° wird deshalb eine Umschaltung vorgesehen.

Vollumriß-Schaltung

Die Umschaltung kann durch Überwachung der Ausgangsspannung des Leistungsverstärkers für die x -Richtung ausgelöst werden. Sie wird ja bei Überschreitung des Winkels $\pm 90^\circ$ negativ. Eine empfindliche Triggerschaltung spricht bei einem sehr kleinen negativen Schwellwert an und erregt ein Relais. Die Umschlagzeit vom Öffnen der Ruhekontakte bis zum Schließen der Arbeitskontakte ist so klein, daß der Stellmotor auf die Unterbrechung des Tauchspulenstromes nicht reagiert. Gleichzeitig mit dem Vertauschen zweier Tauchspulenanschlüsse der x -Richtung muß auch die Fühlerwirkungsrichtung umgekehrt werden, weil der Fühler sonst von der Schablone weglaufen würde. Umgepolt wird die Hilfsspannung des Ringmodulators, weil hier keine Kontaktschwierigkeiten bestehen.

Bei Beginn des Nachformvorgangs soll der Fühler zweckmäßig mit herabgesetzter Geschwindigkeit gegen die Schablone anlaufen. Dazu wird die nachgebende Rückführung am Vorverstärker durch eine kräftige starre Rückführung überbrückt. Außerdem bleibt die x -Richtung abgeschaltet, so daß der Fühler nur in der y -Richtung anläuft. Eine zweite Triggerschaltung überwacht das Einlaufen auf Null; sie hebt die Überbrückung der nachgebenden Rückführung auf und schaltet die x -Richtung zu.

Güte

Zum Kennzeichnen der Güte einer Nachformeinrichtung soll die am Vorschubschlitten verfügbare Kraft sowie die größte Kursgeschwindigkeit in Beziehung gesetzt werden zu der Summe der bei diesen Werten auftretenden Fehler. Es sollen dabei nur die systemeigenen Fehler der Nachformsteuerung betrachtet werden und nicht die zusätzlichen Fehler, die im wesentlichen durch Werkzeugabnutzung und Lageverschiebungen zwischen Schablone und Werkstück oder zwischen Fühler und Werkzeug entstehen.

Die Kraft am Vorschubschlitten kann wegen des großen Schieberweges von $\pm 4\text{ mm}$ bei der beschriebenen elektrohydraulischen Nachformsteuerung beliebig gewählt werden. Das gilt zumindest innerhalb der Leistungsgrenzen, die für die Vorschubantriebe in Betracht kommen. Bei richtiger Auslegung der Antriebs Elemente und der Steuerschieber hat dann die Kraft keinen Einfluß auf die Genauigkeit.

Abgesehen vom Bereich kleinster Geschwindigkeiten wächst dagegen die Mehrzahl der Fehler proportional mit der Geschwindigkeit.

Statische Fehler

Die bei gleichförmiger Bewegung auftretende Summe von Lage- und Geschwindigkeitsfehler ist auf Grund der hohen

statischen Verstärkung auch bei einer Kursgeschwindigkeit von 1000 mm/min kleiner als $\pm 0,01$ mm. Die grundsätzliche Lage des Geschwindigkeitsfehlers ist aus Bild 6 zu sehen.

Dynamische Fehler

Dynamische Fehler treten als Beschleunigungsfehler bei Geschwindigkeitsänderung in y-Richtung auf. Beschleunigungsfehler beim Ändern der Kursgeschwindigkeit sind bei den Kurswinkeln 0 und 180° Null; sie erreichen ihren Höchstwert bei den Kurswinkeln $\pm 90^\circ$. Sie können durch ein an die Zeitkonstante der nachgebenden Rückführung angepaßtes RC-Glied in der Kursgeschwindigkeitsvorgabe klein gehalten werden.

Beschleunigungsfehler beim Ändern des Kurswinkels hängen nicht nur von der Änderung der Geschwindigkeit v_y ab, sie werden vielmehr von zahlreichen anderen Faktoren beeinflusst. Ihre Behandlung soll daher einer späteren Veröffentlichung über Versuchsreihen an Fräsmaschinen vorbehalten bleiben.

Programmgeber für Werkzeugmaschinen

Von Werner Echner, Mannheim *)

DK 621.9-503.55

Eine Vielzahl von Werkzeugmaschinen kann durch Programmgeber mit geringem zusätzlichem Aufwand an Schaltsmitteln automatisiert werden. Wird jedem der Werkstücke eine Lochschablone, die entsprechenden Nockenleisten und ein Satz Werkzeuge zugeordnet, dann können auch sich wiederholende Kleinstserien wirtschaftlich gefertigt werden.

Der Begriff der Arbeitsinformation

Für die Bearbeitung eines Werkstückes auf einer automatisch gesteuerten Maschine werden ihr Arbeitsinformationen zugeführt, deren größtmögliche Zahl von den schaltbaren Elementen an der Maschine und der Anzahl der Ziffern für das Positionieren oder die der Endschalter bestimmt ist. Auch kann die Einstellung von Betriebswerten drehzahlverstellbarer Antriebe oder von Ölmengen mit Ventilen in Stufen verlangt werden.

Die Arbeitsinformationen werden aufgeteilt in Orts- und Schaltinformationen. Bei digitaler Positionierung¹⁾ wird im allgemeinen die von der Maschine zwischen zwei Positionen zurückzulegende Weglänge

$$\Delta l = l_2 - l_1$$

als Ortsinformation vorgegeben, während bei analoger Wegmessung der zu erreichende Ort digital festgelegt wird. Sind die Abmessungen des Werkstücks mit Nocken an der Maschine markiert, dann werden für jede Position ein Nocken und ein Endschalter einander zugeordnet.

Durch die Schaltinformationen werden die relative Bewegung von Werkzeug und Werkstück festgelegt, Spannen oder Lösen des Werkstücks befohlen, die Einschaltbefehle für die Kühlung, die Schmierung und den Spänetransport usw. gegeben.

Die Arbeitsinformationen bestehen aus Zeichen, diese wiederum aus dualen Elementen, die zwei Aussagen liefern; entweder „Ja“ (Symbol: L) oder „Nein“ (Symbol: 0).

Ein Zeichen kann z. B. an einer bestimmten Stelle bedeuten „Hauptantrieb Rechtslauf“; das gleiche Zeichen an einer anderen Stelle bedeutet die letzte Dezimale des Positionswertes z. B. hat den Wert „7“. Alle Zeichen zusammen bilden ein Wort und legen den Betriebszustand der Maschine und den Ort fest, an dem eine Funktionsänderung eintreten muß. Wird der Ort erreicht, dann muß aus dem Speicher ein neues Wort angefordert werden, das Informationen über den nächsten Betriebszustand und den neuen Schaltort enthält. Die Funktionsänderung kann auch durch das Erreichen eines vorgegebenen Druck- oder Temperaturwertes usw. befohlen

*) Dipl.-Ing. W. Echner ist Mitarbeiter der Brown, Boveri & Cie. AG, Mannheim.

1) Schenkel, A., u. Morgenthaler, M.: Ein neues digitales Streckenmeß- und Positioniergerät. Brown Boveri Mitt. Bd. 47 (1960) H. 10/11.

Zusammenfassung

Die Hauptteile eines Nachformregelkreises sind Fühler und Schablone, Steuerung und Antrieb. Die Regelkreisglieder können stetig oder unstetig arbeiten, die Fühler können richtungsempfindlich sein oder nicht. Nach diesen Gesichtspunkten lassen sich die gebräuchlichen Verfahren einteilen. Über ein stetiges, elektrohydraulisches Nachformverfahren mit richtungsunempfindlichem Fühler wird eingehender berichtet. Tauchspulenregler, Fühler, Verstärker und Vollumriß-Schaltung werden erläutert und Angaben über die auftretenden Fehlergrößen gemacht.

Schrifttum

- [1] Stokes, J. A.: Electronic Tracer Control of Machine Tools. Engineer Bd. 199 (1955) S. 268–270.
- [2] Schäfer, O.: Die Eigenschaften der Bauelemente von Werkzeugmaschinen und deren Einfluß bei der Steuerung und Regelung. Ind.-Anz. Bd. 63 (1958) S. 971–980.
- [3] Sußebach, W.: Elektrohydraulische Geräte für die Regelungstechnik AEG-Mitt. Bd. 47 (1957) S. 343–348.
- [4] Blaum, O.-H.: Elektrohydraulische und elektromagnetische Nachformeinrichtungen. ETZ-A Bd. 78 (1957) S. 655–661.
- [5] Hertter, O.: Elektrische Nachformeinrichtungen für Werkzeugmaschinen. VDI-Z. Bd. 100 (1958) S. 1582–1588.

werden. Alle zum Bearbeiten eines Werkstückes notwendigen Wörter bilden einen Satz.

Die automatische Steuerung

In Bild 1 ist ein Teil der automatischen Steuerung als Blockschaltbild aufgezeichnet, und zwar der Informationsfluß aus dem Informationsspeicher 1 über das Lesegerät 2 durch den Umsetzer 3 und den Befehlsverteiler 4 in die Befehlsspeicher 5, aufgeteilt in Orts- und Schaltbefeiler.

Die Informationsspeicher

Die Auswahl des Speichers richtet sich nach dem Informationsbedarf der gesteuerten Maschine. Einen sehr hohen Bedarf haben Profilkopiermaschinen, die viele Ortsinformationen und verhältnismäßig wenig Schaltinformationen

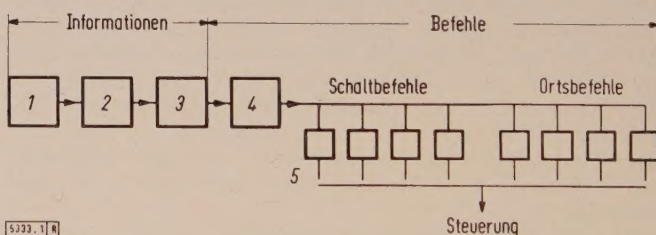


Bild 1. Blockschaltung der Programmsteuerung.
1 Informationsspeicher 3 Umsetzer
2 Lesegerät 4 Befehlsverteiler
5 Befehlsspeicher

benötigen. Für diesen Fall ist als Informationsspeicher das Magnetband (Zeichendichte 2 bis 10 bit/mm¹), Bandgeschwindigkeit 1 bis 3 m/s, für kleinere Informationsmengen das Lochband (Zeichendichte 0,4 bit/mm, Bandgeschwindigkeit 0,025 bis 1 m/s). Für Steuerungen mit kleinem, häufig wechselndem Programm werden meist Lochkarten (100 bis 400 Karten/min, 100 bis 500 Zeichen/s) verwendet.

Das Programmieren

Jeder Spalte eines Speichers kann im einfachsten Fall ein schaltbares Element der Steuerung zugeordnet werden. Das hat den Nachteil einer geringen Ausnutzung des Informationsinhaltes; auf der anderen Seite können, wenn die

1) 1 bit = 1 binary digit = eine Ja-Nein-Entscheidung.

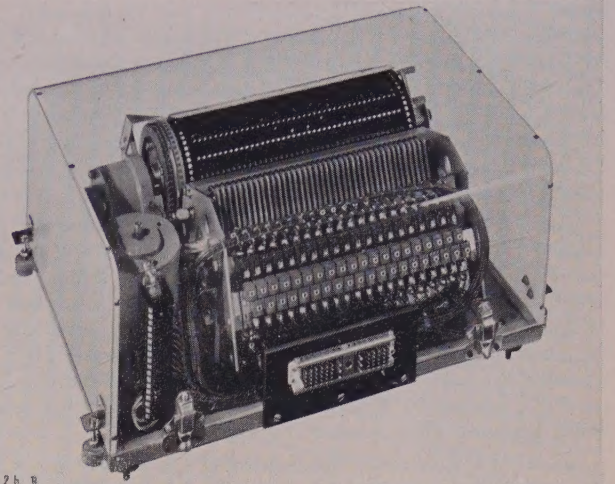
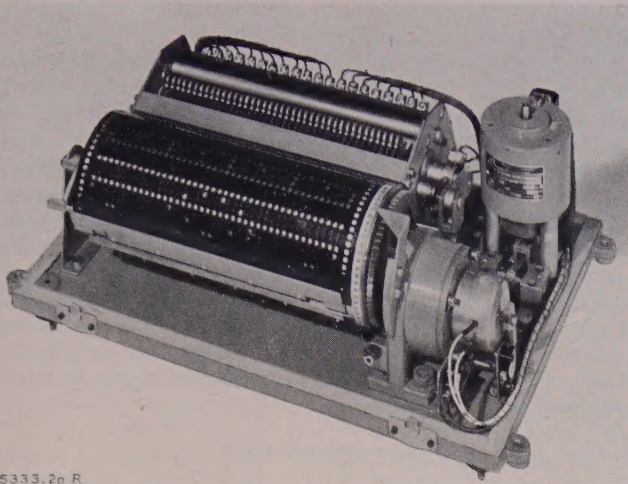


Bild 2. Vorder- und Rückseite des Programmgebers mit mechanischer Abtastung.

Anzahl der Spalten gleich der Zahl der Arbeitsinformationen ist, der Umsetzer, der Befehlsverteiler und die Speicher dann entfallen, wenn kein Befehl über mehrere Betriebszustände hinweg gespeichert werden muß.

Für Informationen (Zeichen), die sich gegenseitig ausschließen, wie Spindeldrehzahlen, Vorschubgrößen, Bewegungsrichtungen, Positionen usw., kann einer Spalte im Mittel mehr als eine Information zugeordnet werden. Aus der Vielzahl der Möglichkeiten wird eine für den jeweiligen Fall geeignete ausgewählt, ein Verzeichnis der Varianten aufgestellt, die der Kode genannt wird. Von den verschiedenen Kodes, die immer eine Auswahl aus dem binären sind, werden hauptsächlich verwendet:

1. Kodes, die in jeder möglichen Kombination die gleiche Anzahl von m Löchern L und $(n - m)$ Nichtlöchern 0 enthalten, wobei n die Spaltenzahl ist. Diese Kodes werden m -aus- n -Kodes genannt. Es sind Kombinationen von n -Elementen zur m -ten Klasse ohne Wiederholung. Die Anzahl der Kombinationen beträgt

$$V = \binom{n}{m} = \frac{n!}{m! \cdot (n - m)!}.$$

Z. B. ergibt der in der Lochbandtechnik gebräuchliche 2-aus-5-Kode

$$V = \binom{5}{2} = \frac{5!}{2! 3!} = 10 \text{ Kombinationen.}$$

Damit sind aus $n = 5$ Spalten $V = 10$ Informationen gewonnen worden. Zählt man alle möglichen Kombinationen zusammen, die sich aus n Spalten bilden lassen, so ergibt sich nach dem binomischen Lehrsatz

$$V_0 = \binom{n}{0} + \binom{n}{1} + \binom{n}{2} + \binom{n}{3} + \dots + \binom{n}{n} = 2^n.$$

Mit $n = 5$ wird $V_0 = 2^5 = 32$ Kombinationen. Von diesen 32 möglichen Zeichen werden nur 10 benutzt. Diese Darstellung der Zeichen wird als weitschweifig (redundant) bezeichnet. Das Maß für die Redundanz ist

$$R = \frac{\log(\text{Anzahl der möglichen Kombinationen})}{\log(\text{Anzahl der ausgenutzten Kombinationen})}$$

und hat für den vorliegenden Fall den Wert

$$R = \frac{\log 32}{\log 10} = 1,51.$$

Diesem scheinbaren Nachteil steht gegenüber, daß der m -aus- n -Kode leicht auf Richtigkeit geprüft werden kann, indem kontrolliert wird, ob immer die gleiche Anzahl von

L -Signalen, nämlich genau m , vorhanden sind. Es handelt sich also um einen fehlererkennenden Kode.

2. Beliebige Kodes, die durch Hinzufügen eines L -Signals zu der Summe der vorhandenen L -Signale geradzahlig (ungeradzahlig) gemacht werden. Die Prüfung erfolgt auf Geradzahligkeit (Ungeradzahligkeit).

3. Der binäre Kode, der, wie ausgeführt, alle möglichen Kombinationen umfaßt. Die Zahl der aus n Spalten zu gewinnenden Zeichen ist $V_0 = 2^n$ und es ist $R = 1$, d. h. der Kode hat keine Redundanz und kann daher nicht auf Richtigkeit geprüft werden.

Der Kode muß mit größter Sorgfalt ausgewählt werden, da er sowohl die Ausnutzung des Speichers als auch den Aufwand an Schaltgeräten in der nachgeschalteten Steuerung bestimmt.

Die Kodierung bedingt einen Umsetzer 3 (Bild 1), der den Kode in eine von den Schaltgeräten verwertbare Information umsetzt oder übersetzt, die nun Befehl genannt werden soll. Der Aufbau des Umsetzers ist durch die Art des Kodes bestimmt.

Durch den Befehlsverteiler 4 werden die Speicher 5 nach Entnahme der Zeichen für eine Maschinenfunktion neu aufgefüllt. Die Zeichen kann der Befehlsverteiler selbständig verteilen, indem er die Befehlsspeicher der Reihe nach auswählt und den Informationsspeicher jeweils um eine Zeile vorrücken läßt.

Da hier die gleiche Reihenfolge der einzelnen Befehlsspeicher und der zugehörigen Zeichen auf dem Informationsspeicher eingehalten werden muß, ergibt sich eine für jedes Wort gleichmäßige Programmierung mit konstanter Länge des Wortes.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, daß die Verteilung der Informationen durch Adressen im Speicher festgelegt wird. Das kann unter Umständen einen größeren Aufwand in der Steuerung bedingen und zu einer unübersichtlichen Programmierung führen.

Der Programmgeber

Der Programmgeber wird zum Automatisieren einer Reihe von Werkzeugmaschinen verwendet, die eine Handsteuerung haben und normalerweise durch Endschalter gesteuert werden. Die Automatiksteuerung soll nach Möglichkeit so einfach wie die Handsteuerung aufgebaut sein.

Diese Forderung läßt sich durch die geeignete Bemessung des Informationsspeichers erfüllen. Wie bereits ausgeführt, entfallen dann Umsetzer, Kommandoverteiler und — bedingt — die Kommandospeicher, wenn die Spaltenzahl der hier verwendeten Lochschablone so gewählt wird, daß für jedes Maschinenkommando eine Spalte vorgesehen wird.

Durch eine statistische Untersuchung der in Betracht kommenden Maschinen und deren Arbeitsabläufe wurde die Spalten- und Zeilenzahl festgelegt. Sollte in Grenzfällen die Zahl der Spalten nicht ausreichen, so können Befehle, die sich gegenseitig ausschließen, kodiert werden, z. B. Kupplungskombinationen. In diesem Fall wird zweckmäßig ein Umsetzer mit Kodeprüfung vorgesehen, der aus Relais aufgebaut sein kann.

Ein Ausführungsbeispiel für einen Programmgeber mit mechanischer Abtastung zeigt Bild 2. Das Gerät besteht aus einer Rillenwalze, auf der die Lochschablone aufgespannt wird, und dem Lesegerät, hier als Abtasteinheit bezeichnet. Die Stege der Walze liegen zwischen den Spalten der Lochschablone und verhindern eine Deformation der aus Bronzeblech oder PVC-Hartfolie hergestellten Schablone, die zu Fehlschaltungen führen würde. Die Walze wird schrittweise vor der Abtasteinheit vorbeibewegt.

Beim Abtasten einer Zeile dringen die Fühlstifte an den Orten mit der Information L durch die Schablone in die Rillen der Walze ein. Durch Hebel mit elastischer Auslenkung wird das L-Signal an den der Spalte zugeordneten Schalter und von dort in die Steuerung weitergegeben. Die Walze wird von einem Drehmagneten bewegt, die Hebel werden von einem Hubmagneten ausgelenkt. Die Program-

mierung ist durch die Zuordnung eines Kommandos zu einer Spalte leicht durchzuführen.

Für kodierte Spalten kann eine Programmierhilfe hergestellt werden, indem Kodeelemente mit der entsprechenden Bezeichnung, z. B. E_x für einen Endschalter, auf ein Klebeband gedruckt werden. Beim Programmieren wird das Klebeband dann in Zeilenrichtung über die kodierten Spalten geklebt. Dadurch werden Fehler ausgeschaltet, die durch das Ablesen des betreffenden Elements aus dem Kode und das Eintragen in die Schablone entstehen können. Der Programmgeber wird für Werkzeugmaschinen aller Art verwendet. Selbst für Maschinen mit einem festen Programm kann der Programmgeber mit Gewinn angewendet werden. Eine notwendige größere Schaltungsänderung bedeutet dann eine Änderung oder Neuanfertigung einer Lochschablone.

Zusammenfassung

Nach einem Überblick über den Aufbau numerischer Steuerungen und die Eigenschaften der Informationsspeicher wird gezeigt, daß für eine Reihe von Werkzeugmaschinen mit Vorteil einfach aufgebaute Programmgeber verwendet werden können, deren Speicher so gestaltet ist, daß sich eine möglichst einfache Gesamtschaltung ergibt.

Schaltungen mit Kaltkathodenröhren

Von Roland Hübner, Wettingen/Schweiz*)

DK 621.375 : 621.385.12

Die Bedeutung der Kaltkathodenröhre, die man auch als Relaisröhre oder Kaltkathoden-Thyratron bezeichnet, nimmt ständig zu. Ihre stürmische Aufwärtsentwicklung in den letzten Jahren ist der nunmehrigen Beherrschung verschiedener Konstruktionsprobleme und vor allem der Verwendung der „Reinmetallkathode“ zu verdanken. Relaisröhren mit „kalter“ Reinmetallkathode gehören heute zu den betriebssichersten elektronischen Schaltern mit hohem Verstärkungsfaktor.

Vorzüge der Kaltkathodenröhre

Die besonderen Vorteile der Kaltkathodenröhre liegen vor allem darin, daß sie keine Heizung und deshalb auch keinen Heiztransformator benötigt und keine unerwünschte Wärme erzeugt. Besonders ins Gewicht fallen auch ihre sofortige und stetige Betriebsbereitschaft, die fast unbegrenzte Lebensdauer, weil die Kathode in den Strompausen nicht emittiert, und der hohe Verstärkungsfaktor von über 10^5 , der von keinem anderen Schaltelement in einer Stufe erreicht wird. Die Steuermöglichkeit mit sehr kleinen Strömen bis herab zu 10^{-12} A erlaubt Verwendung sehr hochohmiger Steuerelemente. Nebenvorteile sind die weitgehende Unempfindlichkeit gegen hohe kurzzeitige Überlastung, die hohe Konstanz der elektrischen Daten in weitem Temperaturbereich und die sichtbare Funktionskontrolle (Glimmlicht). Von den vielen, immer neuen Anwendungsgebieten seien einige besonders bemerkenswerte an Hand von ausgeführten Schaltungen kurz betrachtet.

Lichtsteuerungen

Bei den Lichtstrahl-Steuerungen mit oder ohne Objektiv handelt es sich um photoelektrische Schaltanlagen, die bei Unterbrechung oder Freigabe eines Lichtstrahles Schaltvorgänge auslösen. Sie bestehen im wesentlichen aus einem Lichtwerfer mit einer Glühlampe und Linse, einem Lichtempfänger, der die empfindliche Photozelle enthält, und einem Speisegerät (Bild 1). Die größte Schaltfrequenz beträgt 10 Schaltungen/s (in Sonderausführungen 25 Schaltungen/s) bei Verwendung von Hochvakuum-Photozellen oder 3 Schaltungen/s bei Halbleiterzellen.

Durch Vorschalten von Infrarotfiltern läßt sich auch mit „unsichtbarem“ Licht arbeiten. Während man Vakuum-Photozellen wegen der hierbei verfügbaren sehr kleinen Ströme nur in Verbindung mit Gleichstrom-Relaisröhren

höchster Stromverstärkung verwenden kann, z. B. ER 1 mit 10^{-3} μ A Starterstrom und 10^7 -facher Stromverstärkung, ist es durch die Schaffung der neuen robusten Photohalbleiter, der Photowiderstände aus Kadmiumsulfid und -selenid, mit höherem Ausgangsstrom möglich, auch die neuen Wechselstrom-Relaisröhren für 220 V Anoden-Wechselspannung zu verwenden.

Durch den Wegfall des Gleichrichters und Spannungsteilers lassen sich mit ihnen äußerst einfache Schaltungen ausführen (Bild 2). Die Wirkungsweise beruht auf der Abhängigkeit der Leitfähigkeit des Photowiderstandes 1 von der Beleuchtung. So weist beispielsweise der Röhrentyp EP 1, dessen Aufbau Bild 3 zeigt, bei Dunkelheit einen inneren Widerstand von größer als $10\text{ M}\Omega$ auf, womit der Spannungsabfall am Arbeitswiderstand 2 ($0,2$ bis $3\text{ M}\Omega$) so gering ist, daß dieser die Starterzündspannung nicht erreicht. Bei Belichtung sinkt dagegen der Widerstand von 1 sehr schnell, die Spannung an der Strecke \overline{SK} steigt über die Zündspannung von 130 V, die Röhre wird schlagartig leitend und läßt einen Strom von rd. 20 mA fließen, der ausreicht, um das Relais 3 zu erregen. Bei diesem Relais handelt es sich um eine Spezialausführung von besonders langer Lebensdauer mit mehr als 10 Mio. Schaltungen und mit einer Schaltleistung von 6 A Wechselstrom bei 220 V.

Um beim Wechselstromverstärker ein flackerfreies Schalten zu sichern, ist ein abfallverzögertes Relais mit Verzögerungswicklung auf dem Kern nötig. Will man ein räumlich kleines normales Relais verwenden, muß man, wie in Bild 2 dargestellt, für eine „elektrische“ Verzögerung durch ein RC-Glied sorgen, z. B. $R = 1 \dots 2\text{ k}\Omega$, $C = 3\text{ }\mu\text{F}$. Die Erregerspule des Relais hat einen Widerstand von $1600\text{ }\Omega$.

Anwendungsgebiete

Die Lichtsteuergeräte werden verwendet zum Zählen, für Türsteuerungen, zum Steuern von Transportrollen, Rolltreppen, Weichen, Ventilen, als Signalanlagen bei türlosen

*) Dipl.-Ing. R. Hübner ist Mitarbeiter der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden/Schweiz.

Aufzügen, in Förderanlagen, Walzwerken usw., ferner zum Überwachen von Papier- und anderen Bändern während der Fertigung; für Maschinensteuerungen, als Unfallschutz beim Pressen und Stanzen und auch zum Feststellen von Rauch oder Trübungen von Flüssigkeiten usw.

Auch sehr hohen Genauigkeitsforderungen kann mit diesen Geräten entsprochen werden; so lassen sich beispielsweise Kantensteuerungen von Druckmaschinen für ein Ansprechen auf Verschiebungen bis auf 0,1 mm Toleranz ausführen.

Eine sehr wichtige Anwendung finden Kaltkathodenröhren als Verstärker für Meßinstrumente mit Photokontakten. In solchen Instrumenten unterbricht eine am Zeiger befestigte Fahne beim Erreichen eines bestimmten Meßwertes den Lichtstrom, der von einer kleinen Glühlampe auf einen Miniatur-Photowiderstand fällt¹⁾. Je nach Bedarf können ein Photowiderstand oder auch mehrere, längs der Skala verschiebbar, eingebaut werden. Solche Instrumente zeichnen sich aus durch einfachen Aufbau, Fehlen zusätzlicher mechanisch bewegter Teile, durch berührungslosen Kontakt und sofortiges Ansprechen beim Überschreiten der eingestellten Grenzwerte. Sie übernehmen nicht nur die Funktion der bisherigen Fallbügelregler, son-

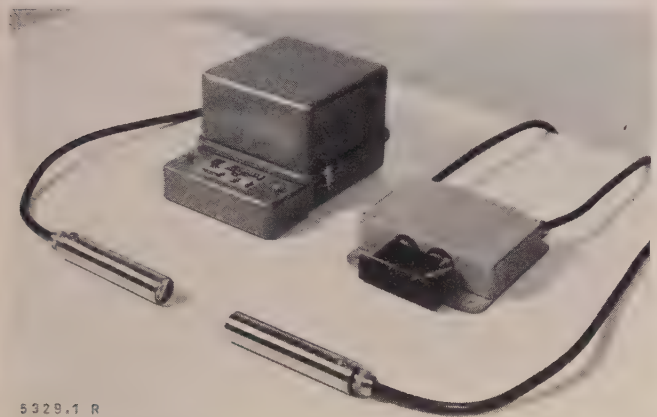


Bild 1. Kleinlichtwerfer mit 3-W-Glühlampe und Doppellinse (links) sowie Empfänger mit Photozelle (rechts). Im Hintergrund links das Speisegerät, das die Kaltkathodenröhre enthält. (Werkbild Elesta AG)

dern werden auch als Minimum-Maximum-Instrumente zum laufenden Überwachen von Strömen und Spannungen verwendet sowie in der automatischen Kontrolle und zum Sortieren von Erzeugnissen aller Art. Man kann sogar die gesamte Verstärkeranordnung in das Instrumentengehäuse einbauen¹⁾ und damit Platz sparen, wobei eine besondere „Intervallschaltung“, die Netzspannungsschwankungen kompensiert und Flackern vermeidet, Vorteile bringt (Bild 4). Durch das Intervallglied 4 wird der Steuerstrom für das Einschalten doppelt so groß wie für das Ausschalten.

Von den weiteren Anwendungsgebieten, die in jüngster Zeit die mit Licht gesteuerten Kaltkathodenröhren erobert haben, seien erwähnt: die elektronischen Flammenwächter in modernen Ölf Feuerungsanlagen und die Dämmerungsschalter zum Steuern von Beleuchtungsanlagen aller Art, wovon die Beleuchtungssteuerung in Ortschaften von einer Zentralstelle aus mit unterschiedlicher Morgen- und Abendempfindlichkeit, diejenige von Straßentunnels und die Sicherstellung richtiger Arbeitsplatzbeleuchtung mit Dämmerungsschaltern bemerkenswert sind.

Elektronische Zeitrelais und Stabilisierungsröhren

Elektronischer Zeitrelais bedient man sich besonders gern, wenn infolge sehr hoher Schaltzahlen die Lebensdauer eines mechanischen Hemmwerkes nicht mehr genügt. Elektronische Zeitrelais haben dagegen eine fast unbe-

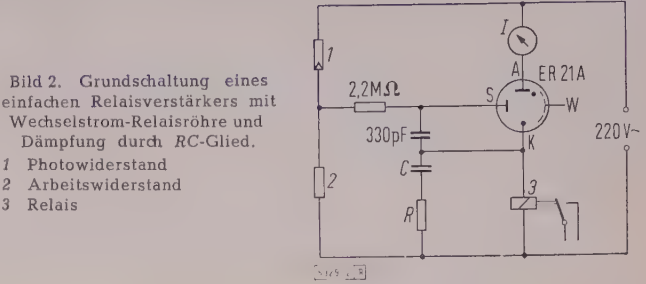


Bild 2. Grundschiung eines einfachen Relaisverstärkers mit Wechselstrom-Relaisröhre und Dämpfung durch RC-Glied.
1 Photowiderstand
2 Arbeitswiderstand
3 Relais

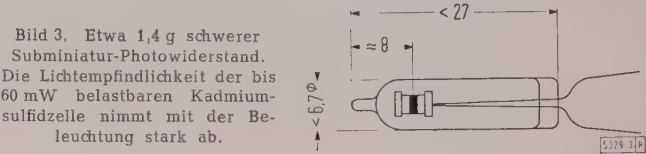


Bild 3. Etwa 1,4 g schwerer Subminiatur-Photowiderstand. Die Lichtempfindlichkeit der bis 60 mW belastbaren Kadmiumsulfidzelle nimmt mit der Beleuchtung stark ab.

grenzte Lebensdauer. Die Arbeitsweise ist einfach und beruht auf der Aufladung eines Kondensators über einen Widerstand. Damit lassen sich Verzögerungszeiten von 0,05 bis 80 s — im Bereich 1 : 10 stellbar — erzielen.

Eine interessante Zeitverzögerungsschaltung ist z. B. in Bild 5 dargestellt. Sie enthält ein mit zwei (nur 35 mm langen) Subminiatur-Stabilröhren ES 11 stabilisiertes Zeitrelais mit getrennt einstellbarer Einschaltzeit (R_1, C_1) und Ausschaltzeit (R_2, C_2). Dank der Verwendung der Subminiaturröhre mit „Hohlkathode“ wird eine im weiten Bereich lineare Stabilisierung im Verhältnis 70 : 1 erzielt, die äußerst genaue Zeiteinstellungen ermöglicht. Die Verzögerungszeiten ergeben sich zu

$$t = 1,1 R \cdot C.$$

Wenn man hierbei R in $M\Omega$ und C in μF einsetzt, ergibt sich t in Sekunden.

Bemerkenswert sind elektronische Zeitrelais mit Ionisationskammer, bei denen an Stelle des Widerstandes des RC-Gliedes eine „Ionisationskammer“ tritt, deren hoher Kammerwiderstand einstellbare Verzögerungszeiten bis zu 4 h ermöglicht, wobei noch von Vorteil ist, daß schädliche Temperatureinflüsse und Netzspannungsschwankungen weitgehend kompensiert werden.

Anwendungsgebiete

Ein- und mehrstufige Zeitsteuergeräte werden verwendet zum Steuern von hydraulischen und pneumatischen Apparaten, von Schweißmaschinen, Spritzguß- und Kunststoffpressen, für elektronische Zeitglieder, Impuls-

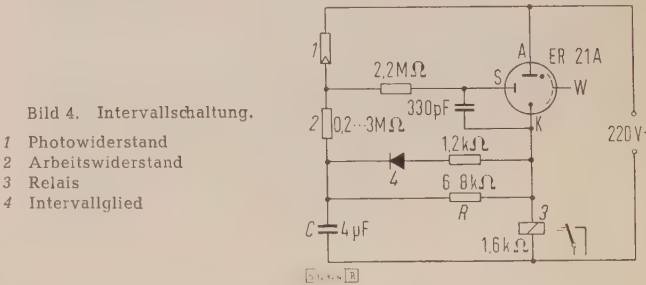


Bild 4. Intervallschaltung.
1 Photowiderstand
2 Arbeitswiderstand
3 Relais
4 Intervallglied

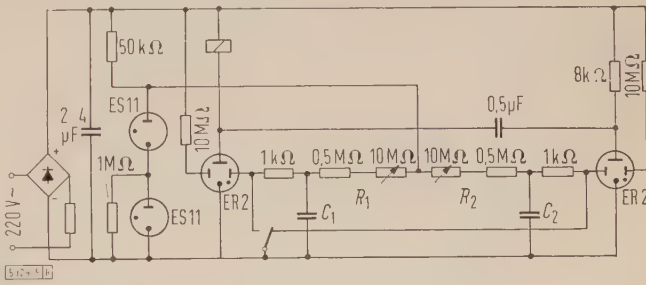


Bild 5. Zeitrelais-Schaltung eines durch Kaltkathodenröhren stabilisierten Verzögerungsrelais mit 2 Kaltkathoden-Tetroden in Multivibratorschaltung mit getrennt einstellbarer Ein- und Ausschaltzeit von 0,1 s bis 60 s.

1) Weber, K.-P.: Ein neuartiges photoelektrisches Abtastsystem für elektrische Zeigermeßgeräte. ETZ-B Bd. 11 (1959) S. 253–257.

geber, bei Verpackungsmaschinen, Transportbandsteuerungen von Bandwaagen, automatischen Fraktionsamplern, Drahtbiegemaschinen, photographischen Zeitraffern, in Verbindung mit Multivibratoren, z. B. als Taktgeber bei Verkehrssignalanlagen oder zum Einstellen voneinander unabhängiger Ein- und Ausschaltzeiten usw.

Durch Kombination mehrerer getrennt einstellbarer Einzelgeräte lassen sich die verschiedensten Programmsteuerungen für einmaligen oder zyklischen Ablauf zusammenstellen. Zeitsteuerungen lassen sich auch mit anderen Steuerorganen, z. B. Lichtschranken, Temperaturfühler usw., verbinden.

Elektronische Kontaktschutzrelais

Überall dort, wo Schaltvorgänge durch empfindliche oder hochohmige Kontakte ausgelöst werden sollen, können diese durch elektronische Kontaktschutzrelais wesentlich geschont werden.

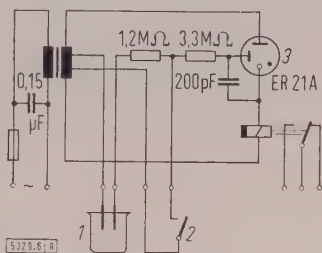


Bild 6. Kontaktschutzrelais mit Maximalschaltung und für 2 Steuerkreise. Mit dem ersten Steuerkreis kann über ein Kontaktthermometer 1 die Temperatur einer Flüssigkeit geregelt werden, während der zweite Kreis 2 beim Fehlen von Kühlwasser über die Röhre 3 (z. B. Heizung) abschaltet.

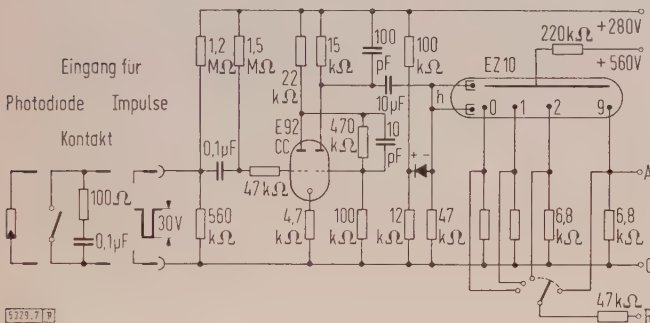


Bild 7. Eingangsstufe für eine dekadische Zählröhre EZ 10 mit einem Eingangsverstärker in „Schmitt-Trigger“, für Zählfrequenzen von 100 kHz.

Durch die Kaltkathodenröhre mit ihrer hohen zulässigen Eingangsimpedanz werden die feinen Schaltkontakte weitgehend entlastet, da diese nur mit wenigen Mikroampere beansprucht werden. Die Anwendungen sind vielseitig, z. B. in Verbindung mit Kontakt-Thermometern, Eintauch-Elektroden in schwach leitenden Flüssigkeiten oder festen Schüttgütern, sowie mit Zeigerkontakten von Meßinstrumenten, beispielsweise als Laboratoriums-Thermostat, zum Überwachen fraktionierender Destillationen. Zum Überwachen und Regeln von Flüssigkeitsständen als Minimum-Maximum-Regler (Bild 6) oder auch in Kombination mit Zeitrelais zum Steuern von Lackeinbrennöfen usw. Geräte dieser Art sind äußerst robust und von fast unbeschränkter Lebensdauer.

Elektronisches Zählen

Neben den sogenannten „Ringzählschaltungen“ mit je zehn Kaltkathodenröhren oder Transistoren in einer Dekade werden neuerdings Kaltkathodenzählröhren mit asymmetrischer Kathode verwendet. Sie haben den Vorteil, nicht größer als eine übliche Kaltkathodenzählröhre zu sein, wodurch der Raum von acht Röhren gespart wird, wenn man die impulsformende, verstärkende Vorstufe (Bild 7) mit einbezieht;



5329.8 R

Bild 8. Elektronischer Industriezähler aus einzelnen Bauelementen zusammengesetzt, mit 4 Kaltkathoden-Dekadenröhren EZ 10. (Werkbild Elesta AG)

auch diese kann man noch sparen, wenn man sie durch zwei Transistoren ersetzt. Dank ihrer Konstruktion (zehn asymmetrische Kathoden 0 bis 9 und gleiche Anzahl von parallelgeschalteten Hilfselektroden) sowie eines besonderen Füllgases gelingt es, mit diesen Röhren weitaus höhere Zählgeschwindigkeiten zu erreichen als mit bisherigen Einzelröhren. Während mit diesen normalerweise nur 500 Hz bis höchstens 3000 Hz wegen der begrenzenden Ionisationszeit erzielbar sind, lassen sich mit den neuen Konstruktionen, z. B. mit der EZ 10, bis zu 200 000 Hz und, mit der neuesten EZ 10 B, bis zu 1 Mio. Impulse/s zählen.

Sie können mit rechteckförmigen Impulsen, deren Spitzenspannungen 80 bis 150 V beträgt, betrieben werden, wobei deren Form durchaus nicht kritisch ist. Die Entladung springt beim Anlegen und Wegnehmen eines Zählimpulses jeweils zur nächsten der zehn Hauptkathoden. Bild 7 gibt den Aufbau einer Eingangsstufe wieder, an die beliebig viele ähnlich aufgebaute Zwischenstufen und eine Endstufe angeschlossen werden können. Zurückgestellt wird auf eine für jede Dekade mit einem Vorwahlschalter im voraus einstellbare Zahl. In jeder Dekade können Zahlen von 0 bis 10, mit drei Dekaden somit 0 bis 1000, abgezählt werden usw.

Von Vorteil ist dabei noch, daß die Entladung nicht nur meßtechnisch am Kathodenwiderstand zur Verfügung steht, sondern bei waagerechter Montage der Röhren auch unmittelbar ablesbar ist, wie Bild 8 eines aus einer Eingangs-, drei Zwischen- und einer Endstufe mit Zählwerk in Baukastenform ausgeführten Industriezählers erkennen läßt.

Kaltkathodenröhren für die Automation

Nicht zuletzt sind auch die verschiedenen Schaltungen mit Kaltkathodenröhren erwähnenswert, die in vielen Automatisierungsvorgängen eine Rolle spielen. Wir stehen erst am Beginn dieser Entwicklung, die eine Reihe von sehr interessanten Schaltungsmöglichkeiten mit Kaltkathodenröhren zu eröffnen verspricht. Es seien nur die verschiede-

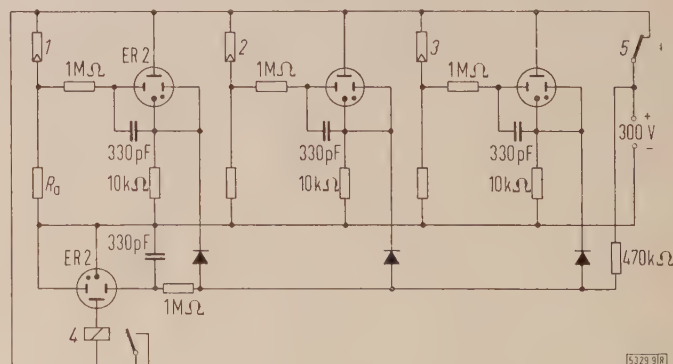


Bild 9. Koinzidenzschaltung mit 3 Kaltkathodenröhren ER 2 für Automatik- und Überwachungsaufgaben; sie kann beliebig erweitert werden. Die Röhre der Stufe 4 zündet und das Relais 4 schaltet nur dann, wenn alle Photozellen 1 bis 3 belichtet werden. Zurückgestellt wird die Zähl-anordnung durch Öffnen des Schalters 5.

nen Multivibrator- und Impulsschaltungen, die Automatikschaltungen zu Überwachungszwecken und die Koinzidenzschaltungen für verschiedene Automatisierungseffekte erwähnt, von denen eine Koinzidenz-Schaltung als Beispiel genügen möge (Bild 9).

Diese wenigen aus der Praxis gegriffenen Beispiele mögen die Bedeutung erkennen lassen, die das jüngste elektronische Verstärker- und Steuerelement, die Kaltkathodenröhre, auf den verschiedensten Gebieten erlangt hat. Bestimmte Schaltungen, besonders mit sehr hochohmigen Eingangswiderständen, sind überhaupt erst durch die Kaltkathodenröhre realisierbar geworden.

Der Werkzeugmaschinenbau als Kunde der Elektroindustrie

Von **Eduard Arnst**, Frankfurt a. M.*)

DK 621.9 : 62-83

Die neueren Fortschritte im Werkzeugmaschinenbau gehen mit der zunehmenden Verwendung elektrischer Bauteile Hand in Hand. Diese Entwicklung führte dazu, daß die elektrische Ausrüstung einer Werkzeugmaschine heute einen entscheidenden Anteil am Gesamtwert der Maschine darstellt und die Werkzeugmaschinen-Hersteller zu einem beachtenswerten Abnehmer der Elektroindustrie geworden sind.

Die Einführung des elektrischen Einzelantriebs war der erste Schritt zur Elektrifizierung der Werkzeugmaschine. Seine Vorzüge liegen auf der Hand. Zunächst einmal ist man der Schwierigkeiten enthoben, den bis dahin notwendigen Transmissionsmotor richtig auszulegen. Hatte man ihn auf die mögliche Höchstbelastung abgestimmt, so lief man Gefahr, daß er für den durchschnittlichen Betriebszustand überdimensioniert war. Wählte man ihn dagegen kleiner, so konnte es vorkommen, daß er bei einer zufälligen gleichzeitigen Vollbelastung durch alle Werkzeugmaschinen überbeansprucht wurde. Wenn auch Schäden durch elektrische Motorschutzschalter verhindert werden konnten, so wurde durch ein erforderlich werdendes Abschalten einer oder mehrerer Werkzeugmaschinen der Arbeitsablauf doch empfindlich beeinträchtigt.

Der Einzelantrieb der Werkzeugmaschinen ermöglichte sowohl eine bequemere Bedienung als auch ein Vermindern der Unfallgefahr durch den Fortfall der ein- und ausrückbaren Riementriebe. Die weitere Elektrifizierung der Werkzeugmaschine ergab sich beinahe von selbst. Waren es zunächst zusätzliche Sicherheitsvorrichtungen, wie Endschalter und Meisterschalter, die zur Erhöhung der Sicherheit für Mensch und Maschine eingebaut wurden, so kamen bald weitere elektrische Bauteile hinzu. Verhältnismäßig einfach war das Verändern der Drehzahl und später auch des Drehmoments, z. B. für konstante Schnittgeschwindigkeit, zu verwirklichen. Bald hatte man erkannt, daß es für viele Werkzeugmaschinen, z. B. für Horizontal-Bohr- und Fräsmaschinen, einfacher war, statt mechanischer Getriebe und Umlenkvorrichtungen sowohl für den Antrieb des jeweiligen Werkzeuges, wie Bohrer, Fräser usw., als auch für den Vorschub in den verschiedenen Richtungen einzelne, entsprechend ausgelegte Elektromotoren einzubauen, die noch dazu den Vorteil einer voneinander unabhängigen Steuerung haben. Bei diesem Stand der Elektrifizierung der Werkzeugmaschinen wurde es notwendig, sich mit dem Problem einer möglichst einfachen und narrensicheren Steuerung der Antriebe zu beschäftigen. Hinzu kamen im Zuge der immer mehr in den Vordergrund tretenden höheren Präzision, die an die hergestellten Werkstücke gestellt wurde, die Forderung, die einzuhaltenden Toleranzen schon während des Bearbeitungsvorganges zu kontrollieren. Hier erwiesen sich die elektrischen Meßmethoden, wie z. B. elektro-optische, kapazitive, induktive sowie piezo-elektrische Verfahren und neuerdings auch solche, die mit radioaktiven Isotopen arbeiten, als sehr vorteilhaft.

Zusammenfassung

In den letzten Jahren hat die Bedeutung der Kaltkathodenröhren sehr zugenommen. Dies ist zum großen Teil der Entwicklung der Reinmetallkathode zuzuschreiben. Die Vorteile der Kaltkathodenröhren liegen in dem Fortfall der Heizung, in der sofortigen Betriebsbereitschaft, der sehr großen Lebensdauer und in dem hohen Verstärkungsfaktor. Die Steuerbarkeit mit sehr kleinen Strömen erlaubt die Verwendung von Steuerelementen mit sehr hohem Widerstand. In dem Aufsatz wird eine Reihe von Beispielen für die Verwendung der Röhre gegeben und an Hand von Schaltungen kurz erläutert.

Diese elektrischen Meßverfahren wiederum gaben die Möglichkeit, eine Reihe von bisher noch manuell ausgeführten Vorgängen an den Werkzeugmaschinen durch eine elektrische Steuerung bzw. Regelung zu ersetzen und den bedienenden Menschen mehr und mehr von rein mechanischen Handhabungen auf Überwachungsaufgaben umzustellen, was insbesondere bei dem heutigen Arbeitskräftemangel die Möglichkeit schafft, an solche automatisierten Werkzeugmaschinen auch angelernte Arbeiter nach kurzer Einarbeitungszeit einzusetzen.

Trotz des schon bisher Erreichten wird die Automatisierung der Werkzeugmaschinen durch immer weiteres Eindringen der Elektrotechnik auch in der Zukunft noch erheblich wachsen. So gibt es heute schon Werkzeugmaschinen, bei denen über die Hälfte des Wertes der Maschinen auf elektrotechnische Geräte und Einrichtungen entfällt. Viele Anwendungsmöglichkeiten der Elektrotechnik stehen heute noch am Anfang der Entwicklung, was offenkundig wird, wenn man an die Verwendung von Einrichtungen denkt, die z. B. das Kopieren von Modellen und Maßzeichnungen oder das selbsttätige Arbeiten einer Werkzeugmaschine nach einem Programm ermöglichen, das in Lochkarten, Lochstreifen oder Magnetbändern festgehalten ist.

Die wachsende wirtschaftliche Bedeutung der vorgezeichneten elektrotechnischen Geräte und Einrichtungen geht auch daraus hervor, daß nach einer Untersuchung von der gesamten elektrotechnischen Produktion, soweit sie für das Inland bereitgestellt wurde, im Jahre 1956 1,6 %, 1957 1,8 % und 1958 bereits 1,9 % des Wertes an den Werkzeugmaschinenbau geliefert wurden. Zur Zeit dürfte dieser Anteil schon etwa 2,2 % betragen, wobei berücksichtigt werden muß, daß die elektrotechnische Produktion insgesamt ebenfalls beträchtlich, nämlich seit 1956 jährlich um je 10 bis 13 % gestiegen ist. Das bedeutet, daß allein von der deutschen Elektroindustrie im Jahre 1959 elektrotechnische Einrichtungen im Werte von rund 260 Mio. DM an den Werkzeugmaschinenbau geliefert wurden. Hinzu kommen noch elektrotechnische Erzeugnisse, welche die Werkzeugmaschinen-Unternehmen selbst herstellen und direkt in ihre Werkzeugmaschinen einbauen, sowie die — wenn auch verhältnismäßig geringen — Mengen elektrotechnischer Erzeugnisse, die für die deutsche Werkzeugmaschinenfertigung eingeführt wurden. Man darf daher wohl mit einem Wert von ungefähr 300 bis 320 Mio. DM rechnen, der 1959 an elektrotechnischen Erzeugnissen von der Werkzeugmaschinenindustrie eingebaut oder in ihren eigenen Fertigungsbetrieben investiert wurde.

Nicht alle auf die Werkzeugmaschinen-Industrie entfallenden elektrotechnischen Erzeugnisse werden nämlich in

*) Dipl.-Ing. E. Arnst ist Geschäftsführer des Arbeitskreises Programmgesteuerte Rechenanlagen im Zentralverband der elektrotechnischen Industrie, Frankfurt a. M.

die herzustellenden Werkzeugmaschinen eingebaut, sondern es muß auch der Anteil beachtet werden, der in den Fertigungsbetrieben investiert wird. Zu den elektrotechnischen Investitionsgütern rechnen hier beispielsweise die elektrischen Industrieöfen, die u. a. zum Anlassen und Härten von Werkzeugmaschinenteilen verwendet werden. Der Übergang von Gußkonstruktionen zu den geschweißten Ausführungen der Werkzeugmaschinen führt zu einem hohen Bedarf an elektrischen Schweißgeräten und -einrichtungen. Auch moderne elektrische Meß- und Prüfeinrichtungen finden immer mehr Eingang in die Fertigung. Ein Teil der an den Werkzeugmaschinenbau gelieferten Elektromotoren, Transformatoren und Stromrichter — vor allem größere Einheiten — sowie Hochspannungsschaltgeräte, gehen ebenfalls in die Fertigungsbetriebe. Auch Elektrowerkzeuge fehlen nicht im modernen Werkzeugmaschinenbau, und gleislose Batteriefahrzeuge werden in starkem Maße zur Transportrationalisierung herangezogen. Viele Werkzeugmaschinenfabriken werden auch Installationen in ihrem Betrieb durch ihre Elektro-Abteilung selbst vornehmen und benötigen hierfür Installationsmaterial, wie Schaltgeräte, Leuchten sowie Starkstromleitungen und Kabel usw. Insgesamt dürften von allen elektrotechnischen Erzeugnissen, die an den Werkzeugmaschinenbau gehen oder von ihm selbst hergestellt werden, etwa 20 bis 25 % für die vorgenannte

bemerkenswert, daß seit 1956 zwar der Wert der an den Werkzeugmaschinenbau gelieferten Motoren mit Leistungen über 5 kW noch langsam zugenommen, der entsprechende Anteil an den elektrotechnischen Gesamtlieferungen für die Werkzeugmaschinenfabriken jedoch stetig abgenommen hat, während andererseits bei den Motoren kleinerer Leistungen sowohl ein stärkeres Ansteigen des Wertes als auch eine Zunahme des entsprechenden Anteils an den Gesamtlieferungen festzustellen ist. Offensichtlich kommt auch in dem vorliegenden Zahlenmaterial der allmähliche Übergang zum Einzelantrieb der Antriebswelle und jedes einzelnen Vorschubes zum Ausdruck, womit der Hauptmotor in seiner Leistung geringer dimensioniert werden kann, andererseits zusätzliche Motoren kleinerer Leistungen erforderlich werden.

Wie schon angedeutet, sind die Niederspannungsschaltgeräte und Steuerungseinrichtungen von erheblicher Bedeutung für die moderne Werkzeugmaschine. Hier gehen rund 11 % des Inlandslieferwertes an die Werkzeugmaschinenhersteller (am Gesamtwert aller elektrotechnischen Lieferungen an den Werkzeugmaschinenbau gemessen, entspricht das einem Anteil von 26 bis 27 %). Weitere wichtige Elektroerzeugnisse für den Werkzeugmaschinenbau sind Geräte und Einrichtungen der Meß-, Prüf- und Regeltechnik (rund 6 %), die teils für die Betriebsausrüstung, teils zum Einbau in die Werkzeugmaschinen bestimmt sind, sowie

Tafel 1. Produktion des Werkzeugmaschinenbaues und an diesen gelieferte Elektroerzeugnisse.

Erzeugnisse	1956		1957		1958		1959	
	Mio. DM	%	Mio. DM	%	Mio. DM	%	Mio. DM	%
1. Elektromotoren und Generatoren	74	44,3	75	40,3	80	37,0	93	35,7
2. Niederspannungs-Schaltgeräte und Steuerungseinrichtungen	44	26,3	52	28,0	58	26,8	69	26,5
3. Meß-, Prüf-, Regelgeräte und -einrichtungen	6	3,6	8	4,3	12	5,6	15	5,8
4. Montagen und Reparaturen	7	4,2	9	4,8	11	5,1	14	5,4
5. Isolierte Drähte und Leitungen	7	4,2	8	4,3	9	4,2	11	4,2
6. Transformatoren	5	3,6	6	3,2	7	3,2	8	3,1
7. Sonstige Elektroerzeugnisse	23	13,8	28	15,1	39	18,1	50	19,3
E. Elektroerzeugnisse für den Werkzeugmaschinenbau ¹⁾	167	100,0	186	100,0	216	100,0	260	100,0
W. Werkzeugmaschinenproduktion ¹⁾	1733		1869		1804		1924	
Anteil der Elektroerzeugnisse an der Werkzeugmaschinenproduktion %		9,7		9,9		12,0		13,5

1) Bundesrepublik und Westberlin. Quellen: Statistisches Handbuch für den Maschinenbau 1960, Absatzstruktur-Erhebungen des ZVEI.

Eigeninvestition verwendet werden. Die übrigen elektrotechnischen Geräte und Einrichtungen im Wert von ungefähr 250 Mio. DM im Jahre 1959 waren hingegen für den Einbau in die Werkzeugmaschinen bestimmt. Bei einem gesamten Produktionswert von rund 1900 Mio. DM, den die Werkzeugmaschinenfertigung 1959 erreichte (Tafel 1), beläuft sich demnach im Durchschnitt der wertmäßige Anteil der eingebauten Elektro-Erzeugnisse auf etwa 13 %. Die entsprechenden Anteile in den vorhergehenden Jahren, und zwar 1956 rd. 9 %, 1957 rd. 10 % und 1958 rd. 12 %, zeigen deutlich die zunehmende Elektrifizierung der Werkzeugmaschinen.

Wie steht es nun mit der wertmäßigen Bedeutung der einzelnen Elektroerzeugnisse für den Werkzeugmaschinenbau? Aus der bereits erwähnten Untersuchung läßt sich erkennen, daß die elektrischen Maschinen mit fast 36 % den höchsten wertmäßigen Anteil am Gesamtwert aller elektrotechnischen Lieferungen an den Werkzeugmaschinenbau haben. Das entspricht andererseits einem Anteil von 9 bis 10 % des Inlandsumsatzes an Elektromotoren und Generatoren, der sich bei der Gruppe der Dreh- und Wechselstrommotoren zwischen 0,5 und 20 kW sogar auf rd. 18 % beläuft (dieser Wert entspricht gleichzeitig rd. 20 % des Gesamtwertes aller an den Werkzeugmaschinenbau gelieferten Elektroerzeugnisse). Die nächstwichtigeren Motorengruppen sind die Dreh- und Wechselstrommotoren mit Leistungen unter 0,5 kW (8 bis 9 %) und diejenigen mit einer Leistung zwischen 20 und 100 kW (etwa 4 %). Hierbei ist

isolierte Drähte und Leitungen, die ebenfalls sowohl für die Betriebsinstallation als auch für die Verdrahtung der elektrischen Steuerungen und die Eigenherstellung von Relais und ähnlichen Bauteilen vom Werkzeugmaschinenbau bezogen werden (4 bis 5 %). Auch Transformatoren (über 3 %), und zwar wertmäßig etwa je zur Hälfte solche mit einer Leistung unter 0,5 kVA und solche mit mehr als 0,5 kVA Leistung, werden von Werkzeugmaschinenfabriken bezogen. Elektrische Zweckleuchten, insbesondere für die Ausrüstung der Betriebe, werden gleichfalls in beträchtlichem Umfang geliefert (rund 2,5 %). Darüber hinaus werden nachrichtentechnische Bauelemente, wie Widerstände, Kondensatoren, Relais, Röhren und Halbleiter in größeren Mengen benötigt, vor allem von denjenigen Werken, bei denen eigene elektrotechnische Abteilungen die Steuerungsvorrichtungen entwerfen und ausführen (2 bis 3 %). Installationsgeräte, wie Steckvorrichtungen, Installationsschalter, Lampenfassungen, Verteilerdosen usw. werden ebenfalls in erheblichem Umfang bezogen (2 bis 3 %). Für die Fertigung der Maschinen werden Elektrogeräte, wie Heizvorrichtungen, und für das Verdrahten elektrische LötKolben geliefert (1,5 %). Anteilmäßig weniger ins Gewicht fallen weitere Elektroerzeugnisse, die jedoch wertmäßig 1959 immerhin je in der Größenordnung von etwa 2 Mio. DM lagen. So sind zu nennen: Starkstromkabel (1,2 %), gleislose Batteriefahrzeuge (1,2 %), Elektrowerkzeuge (1,1 %), elektrische Industrieöfen (1,0 %), Elektroschweißgeräte (0,8 %) sowie Stromrichter (0,7 %), Hochspannungsschaltgeräte (0,7 %) und elektrotechnische Isoliermaterialien (0,6 %).

Ein bedeutender Umsatz der Elektroindustrie entsteht auch noch durch Montagen, die beim Werkzeugmaschinenbau durchgeführt werden, sowie durch Reparaturen eingebauter Elektroerzeugnisse (über 5 %).

Man kann aus den Ausführungen gut erkennen, daß fast sämtliche Bereiche der Elektrotechnik, mit Ausnahme der ausgesprochenen Gebrauchsgüter, an der Belieferung des Werkzeugmaschinenbaus beteiligt sind, sei es, daß die Erzeugnisse für den Einbau in die Werkzeugmaschine selbst oder zur Ausrüstung der Fertigungswerkstätten verwendet werden. In beiden Fällen leistet die Elektrotechnik einen bemerkenswerten Beitrag zur Automatisierung und Rationalisierung des Betriebes. Als neuester Bereich der Elektrotechnik tritt die Informationsverarbeitung in Erscheinung, die u. a. Einrichtungen zur Konstruktionsberechnung und zur Produktionsüberwachung auf den Markt gebracht hat, die sowohl bei der Herstellung von Werkzeugmaschinen als auch später beim Betrieb Verwendung finden.

Wenn auch darauf hingewiesen werden muß, daß nicht alle an den Werkzeugmaschinenbau gelieferten Elektroerzeugnisse in demselben Jahr in die produzierten Werkzeugmaschinen eingebaut werden, so ist über längere Zeit hinweg jedoch eine Gegenüberstellung der Gesamtproduktion von Werkzeugmaschinen und der an deren Hersteller gelieferten Elektroerzeugnisse für die Darstellung der allgemeinen Entwicklung durchaus anschaulich. Hierbei ergibt sich, daß der Anteil des Wertes der Elektromotoren, die ja schon zur Standardausrüstung der Werkzeugmaschine gehören, laufend zurückgeht (1956 noch über 44 %, dagegen 1959 nur noch knapp 36 %), obwohl der Gesamtwert der an den Werkzeugmaschinenbau gelieferten Motoren nicht nur entsprechend der Produktion von Werkzeugmaschinen, sondern sogar noch etwas darüber hinaus zugenommen hat. Elektrische Schalt- und Steuerungsvorrichtungen hingegen weisen in den Jahren 1956 bis 1959 praktisch den gleichen

Anteil aus, d. h. sie folgen wertmäßig der Zunahme des Gesamtwertes aller Elektroerzeugnisse für den Werkzeugmaschinenbau. Über dieses Maß hinaus haben die Werte der an die Werkzeugmaschinenhersteller gelieferten Geräte und Einrichtungen der Meß-, Prüf- und insbesondere der Regeltechnik zugenommen, was bei den immer höheren Anforderungen an Präzision und Automation nicht verwunderlich ist. Daß jedoch neben den herkömmlichen Elektroerzeugnissen immer weitere elektrotechnische Produkte im Werkzeugmaschinenbau Eingang finden, wird durch den wachsenden Anteil der Gruppe „sonstige Elektroerzeugnisse für den Werkzeugmaschinenbau“ deutlich gezeigt, der von rd. 13 % im Jahre 1956 bereits auf 20 % im Jahre 1959 gestiegen ist. Dieser Zuwachs entspricht im übrigen prozentual genau dem Verlust bei den Elektromotoren.

Zusammenfassung

Es wird an Hand von Zahlenmaterial festgestellt, daß der Werkzeugmaschinenbau im Laufe der Zeit zu einem beachtlichen Bezieher elektrotechnischer Erzeugnisse geworden ist. Waren es zu Beginn der Elektrifizierung der Werkzeugmaschinen nur Elektromotoren und einige Schaltgeräte, die beide zusammen zwar auch jetzt noch im Durchschnitt die wesentlichen Anteile am Gesamtwert der bezogenen Elektroerzeugnisse darstellen, so sind heute praktisch alle elektrotechnischen Fertigungsbereiche, mit Ausnahme der reinen Konsumgüter, an der Belieferung des Werkzeugmaschinenbaues beteiligt.

Ein Teil der Elektroerzeugnisse wird für Investitionen in den Werkstätten verwendet. Rund 12 % der Werkzeugmaschinenwertes jedoch dürften heute durchschnittlich auf die eingebauten elektrotechnischen Produkte entfallen, deren einzelne Bedeutung durch Angabe ihres jeweiligen Anteils an der Gesamtlieferung der Elektroindustrie an den Werkzeugmaschinenbau gezeigt wird.

Der Spectromat als Farbmeßgerät¹⁾

DK 535.243.25

Der Verfasser beschreibt einen Filterspektrographen für den sichtbaren Bereich (380 bis 720 nm für farbmetrische Analysen der Remission und Transmission. Bild 1 zeigt den schematischen Aufbau des Gerätes. Zur spektralen Zerlegung dienen steile Interferenzfilter 5. 25 dieser Filter sind in einer rotierenden Scheibe 4 angeordnet. Der Frequenzbereich wird mit 5 Hz durchlaufen. Die von den Filtern durchgelassenen Lichtimpulse werden auf die Photozelle 6 gelenkt, in elektrische Impulse umgewandelt, verstärkt und einem Kathodenstrahl-Oszillographen zugeleitet, wo sie als senkrechte Linien auf dem Bildschirm erscheinen. Die Intensität jedes der 25 Spektralbezirke läßt sich beliebig einstellen, so daß — unabhängig von der Charakteristik der Beleuchtungsquelle — ein Wellenlängenprogramm der Analyse vorgegeben werden kann, z. B. Intensitätsgleichheit über den Bereich. Dabei werden am Sichtgerät die 25 (je einem I-Filter oder Spektralbezirk entsprechenden) senkrechten Linien auf gleiche Höhe gestellt.

Wird eine zu analysierende Farbvorlage eingelegt, erscheint deren Spektrum, relativ in Bezug zur gewählten Intensität, aber absolut im Verhältnis der Intensitäten der einzelnen Spektralbereiche, womit die Farbe eindeutig definiert ist. Bei Vergleich zweier Farben wird die Vorlage auf gleiche Ordinaten gestellt; die Abweichung der Reproduktion zeigt, in welcher Farbkomponente die Färbung zu berichtigen ist.

Die Verwendungsmöglichkeiten des Gerätes liegen in der färbenden Industrie bei der Einstellung von Farbmischrezepturen, in der Farbabbildung und bei der Auswahl neuer Farbstoffe, wobei auch Transmissionsmessungen der Farblösungen wertvolle Hinweise geben können.

Das beschriebene Gerät rechtfertigt den hohen technischen Aufwand durch die Breite der Anwendungsmöglichkeiten, die Eleganz der zeitsparenden oszillographischen Auswertung und Genauigkeit der Meßergebnisse durch eine

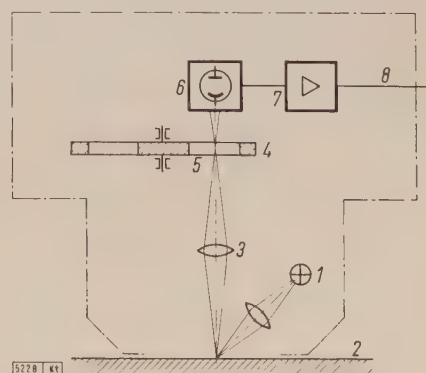


Bild 1. Aufbau des Spectromat.

- | | |
|--------------------|--|
| 1 Lichtquelle | 5 Interferenzfilter |
| 2 Meßobjekt | 6 Photozelle |
| 3 optisches System | 7 elektrischer Verstärker |
| 4 Filterrad | 8 Verbindung zum Kathodenstrahl-Oszillographen |

„quasi-Null-Methode“. Natürlich schließt die diskontinuierliche Auflösung des Arbeitsbereichs die Analyse von Stoffen mit scharfen Banden- oder Linienspektren, die aber für die färbende Industrie bedeutungslos sind, aus. Myp

¹⁾ Nach Rorer, E.: Schweiz. Arch. angew. Wiss. u. Techn. Bd. 26 (1960) H. 2, S. 60–86; 19 B., 3 Qu.

KURZ BERICHTET

Fast jeder dritte Haushalt (29%) in der Bundesrepublik besitzt eine Waschmaschine. In Nordrhein-Westfalen verfügt sogar jede zweite Familie über eine eigene Waschmaschine, dagegen in Berlin nur jede zehnte und in Hamburg nur jede fünfte. Interessant ist die Feststellung, daß fast jeder zweite landwirtschaftliche Haushalt eine Waschmaschine besitzt. r

96 marktbeherrschende Unternehmen will in Westdeutschland das Wirtschaftswissenschaftliche Institut der Gewerkschaften auf dem Wege einer Interpretation der Umsatzsteuerstatistik des Jahres 1957 festgestellt haben. Es hat angekündigt, daß im Rahmen eines zweiten Aufsatzes auch die Namen der betreffenden Unternehmen genannt werden sollen. r

Preissteigerungen im Investitionsgüterbereich drohen nach einem Bericht der Industrie- und Handelskammer Düsseldorf. Die Preise für Stahl und Grauguß seien bereits um 5 bis 7% erhöht worden. Im Maschinenbau wird eine durchschnittliche Erhöhung der Lieferpreise um etwa 5% erwartet. Die Chemische Industrie habe bereits Preissteigerungen für zahlreiche Vorprodukte durch Preiserhöhungen weitergegeben. Die steigenden Preise werden vornehmlich auf die wachsenden Kosten, besonders für die Arbeitskraft, zurückgeführt. r

Der Preisindex für die Lebenshaltung stieg nach Mitteilung des Statistischen Bundesamtes von Mitte Juni auf Mitte Juli 1960 um 0,8% auf 123,5% (1950 = 100%) und lag damit um 2,1% über dem Stand vom Juli 1959. r

Ein tragbares Prüfgerät für Hörhilfen und für kleine Mikrophone hat die Firma Brüel & Kjaer entwickelt. Es gestattet, den Frequenzgang innerhalb eines Bereiches von 150 bis 5000 Hz zu messen und aufzuzeichnen. Das Gerät hat einen eingebauten 8-W-Lautsprecher, ein eingebautes Präzisions-Mikrophon für Vergleichszwecke und ein künstliches Ohr. Messungen können bei Schalldruck-Pegelwerten von 50 bis 90 dB stattfinden. Zum Aufzeichnen des Frequenzgangs ist der Anschluß eines besonderen Schreibgerätes erforderlich. r

Einen transistorisierten Verstärker für den Anschluß an Transducers (Geber) hat die Blackburn Electronics Ltd. entwickelt. Der Eingang nimmt Spannungen im Mikrovoltbereich auf. Der Verstärker hat einen Gewinn bis 1:10 000. Der Eingang ist besonders hochohmig. Am Ausgang stehen 10 V und 5 mA zur Verfügung. Bandbreite: Gleichstrom bis 30 kHz (bei 3 dB Abfall); Eingangs-Impedanz: 3 M Ω . Die Einheit zeichnet sich durch geringes Gewicht und geringe Abmessungen bei hoher Präzision aus und kann für Geber aller Arten verwendet werden. r

Unter der Bezeichnung „Timbra“ wurde in London ein Tonbandgerät gezeigt, bei dem die beiden Spulen mit gemeinsamer Achse übereinander angeordnet sind. Das Band wird zweimal auf seinem Weg von einer Spule zur anderen um 90° gedreht, damit es von der Ebene der Abwickel- zur Ebene der Aufwickelspule angehoben werden kann. Das Gerät zeichnet sich durch kleine Abmessungen aus und soll bei einer Bandgeschwindigkeit von 9,53 cm/s einen geradlinigen Frequenzgang von 30 bis 18 000 Hz haben und bei 4,76 cm/s von 30 bis 12 500 Hz. r

Auf einer Ausstellung in New York zeigte eine englische Firma eine Farbfernseh-Anlage, die dreidimensionale Bilder mit nur einer Kamera aufnimmt. r

Englische Firmen haben im vergangenen Jahr elektronische Bauteile, Geräte und Anlagen (ohne Industrie-Elektronik) im Wert von 22 Mio. \$ nach den USA exportiert und zwar für etwa 14,5 Mio. \$ Phonogeräte und Verstärkeranlagen, für 2,5 Mio. \$ Radioröhren und Bauteile, für 1,5 Mio. \$ Baugruppen und Prüfvorrichtungen, für 0,5 Mio. \$ Heimgeräte (Radio- und Fernsehgeräte, Radio-Plattenspielerkombinationen) und für 0,35 Mio. \$ sonstige Radiogeräte. Der Rest von 2,65 Mio. \$ entfällt auf kommerzielle Funkanlagen, Navigationsgeräte, Radar u. ä. r

Ein Molekularverstärker, der Lichtfrequenzen verstärkt, wurde am Forschungsinstitut von Hughes Aircraft, Culver City, entwickelt. Das neue, als Laser (Light amplification by stimulated emission of radiation) bezeichnete Gerät arbeitet nach dem Prinzip des Mikrowellen-Maser und ermöglicht es zum erstenmal, monochromatische Frequenzen im Lichtspektrum herzustellen. Klg

Gedruckte Widerstände stellt die Firma Mills and Rockleys Ltd., Coventry (England) her. Es handelt sich dabei um einzelne, getrennt zu verarbeitende Einheiten, für deren Grundplättchen eine Hartpapierschleibe verwendet wird, die etwa 1,5 mm dick ist. Die Überschlagnspannung liegt bei 1,5 kV, die höchstzulässige Temperatur bei 150 °C. Die Widerstände werden vorerst nach den Angaben der Abnehmer gefertigt, wobei Widerstandswerte bis etwa 15,5 Ω /cm² möglich sind. r

Ein volltransistorisierter Fernsehempfänger ist von der Firma Tokyo Shibaura Electric Co entwickelt worden. Klg

In Kanada ist mit 3 423 410 in Betrieb befindlichen Fernsehgeräten ein Sättigungsgrad von 80% (bezogen auf die Gesamtzahl der Haushaltungen) erreicht worden. r

Hochspannungskondensatoren für 500 °C und 1 kV Betriebsspannung mit einem Isolationswiderstand von 10 M Ω ·F sind jetzt lieferbar. Sie haben Bornitrid als Dielektrikum, das heißt auf die goldplattierten Eisenelektroden aufgepreßt wird; das ganze wird in Aluminiumoxydgehäuse eingeschlossen. Die Kondensatoren verändern sich auch in starken Strahlungsfeldern nicht. e

Oberflächenhärtung durch elektrische Funken erreicht man an Titan, indem man eine Elektrode gegen die Werkstückoberfläche schwingen läßt. Nach dem Zünden des Funkens schmelzen kleinste Bereiche der Oberfläche, nach Unterbrechung des Funkens bei wegschwingender Elektrode härtet die Stelle schnell. Verwendet man als Elektrode Graphit, so erhält man infolge der Aufkohlung eine noch größere Oberflächenhärte. e

Warmfeste Aluminiumlegierungen lassen sich pulvermetallurgisch aus Aluminium mit einem Zusatz von 0,5 bis 14% Aluminiumoxyd herstellen. Kaltgepreßte Teile haben bei Raumtemperatur eine Zugfestigkeit von 36 kp/mm² bei 14% Dehnung und eine Elastizitätsgrenze von 25 kp/mm². Besonders günstig verhalten sich diese Legierungen im Bereich von 260 bis 540 °C. e

Warmfeste oxydationsbeständige Berylliumlegierungen sind die Zweistoffverbindungen des Berylliums mit Molybdän, Niob, Tantal oder Titan. So hat eine Legierung aus Beryllium und Niob einen Schmelzpunkt von 1705 °C und ist oxydationsbeständig bis 1500 °C. e

Eine Silizium-Halbleiterdiode von nur 14 mg Gewicht wurde entwickelt, die das der 20 000-fachen Fallbeschleunigung erträgt. e

Ein durch Transistoren besonders leicht gehaltener Folgeschalter kann in jeder der Folgestufen Entriegelungs-Stromimpulse von 5 A in Folgeintervallen von 10 ms auf elektromagnetische Sperren geben. Mit 9 Transistoren, 13 Dioden und 7 Sicherungen wiegt das Schaltgerät nur 400 g bei Abmessungen von 40 mm × 65 mm × 100 mm. e

Ein leichter, billiger Schweißtransformator wurde mit Hilfe einer besonders gestalteten Aluminiumwicklung gebaut. Die Wicklung besteht aus dünnen eloxierten Aluminiumbändern von der Breite der ganzen Wicklung. Dadurch hat jede Windung an den Stirnflächen der Wicklung guten Kontakt mit der Kühlluft; durch Verwendung der Eloxalschicht als Isolierung ist der Füllfaktor besonders hoch. Der Transformator gibt im Dauerbetrieb 175 A bei 8 kVA. e

Eine Kupferlegierung hoher Festigkeit wurde für elektrische Kontakte und Federn und für Spannelektroden an Schweißmaschinen entwickelt. Sie enthält 4,3% Titan und hat nach Kaltbearbeitung und Aushärtung eine Zugfestigkeit von 140 kp/mm². e

Eine hohe relative Dielektrizitätskonstante von 13 bei 100 Hz und 10 bei 1 MHz bei tragbarem Verlustfaktor von weniger als 0,02 bei 100 Hz und 0,12 bei 1 MHz hat eine neuentwickelte modifizierte Zellulose. Sie kann als Folie bis hinunter zu 2,5 μ Dicke und in Platten geliefert werden. r

Eine Prüfanlage für Leistungs-Transistoren, welche die Aufnahme von Gleichstrom-Kennlinien bei Ausgangsströmen bis 20 A gestattet, ist von Curtiss-Wright Corp. entwickelt worden. Der Strom kann auf der Eingangsseite zwischen 10 μ A und 2 A geregelt werden. Das Modell PTT-1 ist für die meisten Anwendungsfälle geeignet. r

RUNDSCHAU

DK 621.315.616.9.015.5

Die Durchschlagspannung von Epoxydharz im inhomogenen Feld. Nach Eberhardt, M.: Elektr. Bd. 14 (1960) H. 2, S. 57 bis 60; 12 B., 5 Qu.

Der Aufsatz ist ein Versuchsbericht (Auszug aus einer Diplomarbeit), der interessante Meßergebnisse über die Durchschlag-Wechselspannung eines heißhärtenden Epoxydharzes in der Elektrodenanordnung Spitze-Platte enthält. Um Gleitfunken und andere Fehlerquellen möglichst auszuschalten, waren für die Untersuchungen die Spitzenelektroden (Nähnadeln) in das Harz eingegossen worden. Als Gegenelektroden dienten runde Scheiben von 50 mm Durchmesser aus 50 µ dicker Aluminiumfolie, die vor dem Gießen der Prüflinge auf den Boden der Gießform gelegt wurden. Das Versuchsharz, ein mitteldeutsches Erzeugnis, hat die Bezeichnung Epilox EG-1. Gehärtet wurde mit 30 Gewichtsprozent Phtalsäureanhydrid bei 150 °C in 8 h. Für das ausgehärtete Harz wurde in der Kugel-Platte-Anordnung mit 1 mm Elektrodenabstand die elektrische Festigkeit mit 558 kV/cm gemessen.

Für die Abhängigkeit der Durchschlagspannung von der Schlagweite in der Spitze-Platte-Anordnung ergab sich im Bereich bis 3 mm ein steiler, unterlinearer Anstieg, darüber bis zur Grenze des untersuchten Bereichs (9 mm) ein geradliniger Verlauf mit einer Steigung von 80 kV/cm (Effektivwert). Die Werte streuen in einem Bereich von $\pm 14\%$ um den Mittelwert. Die Streuungen werden auf feine Inhomogenitäten im Harz zurückgeführt, die trotz sorgfältiger Herstellung nicht zu vermeiden waren und auch im Röntgenbild nachgewiesen werden konnten. Die unteren Streuwerte ergaben bei 3 mm Elektrodenabstand eine spezifische Durchschlagspannung von 180 kV/cm, die bis 9 mm auf 110 kV/cm zurückgeht. Ein Zuschlag von Quarzmehl zum Harz erhöhte die Durchschlagspannung merklich, bei 200 Gewichtsprozent Zuschlag um 30 bis 40 %.

Die Durchschlagspannung erwies sich als abhängig von der Beanspruchungsdauer, obwohl die Durchschläge offensichtlich keine Wärmedurchschläge waren, denn eine Meßreihe, in der bei festem Elektrodenabstand von 3 mm die Versuchstemperatur zwischen 20 °C und 90 °C verändert wurde, brachte keinen Anhaltspunkt für einen Temperatureinfluß.

Zum Schluß werden noch einige Beobachtungen über die Ausbildung von Funkenkanälen in Rundstäben mit eingebohrten Spitzenelektroden von 20 cm Schlagweite und von Vorentladungen an der Spitzenelektrode der Spitze-Platte-Anordnung mitgeteilt.

Wkp

DK 621.316.5 : 621.39

Verminderung der Geräusche in Schwachstromgeräten durch Veredelung ihrer Kontakte mittels elektrischer Funken. Nach Belopitov, N.: Nachrichtentechn. Bd. 10 (1960) H. 4, S. 172–177; 15 B.

Der Stromfluß durch bewegliche Kontakte wird vielfach durch Oxydschichten, Staub, Öl u. dgl. behindert. Diese Oxyd- oder Schmutzschichten verursachen Störgeräusche während eines Telefongesprächs oder einer Rundfunkübertragung, da der Übergangswiderstand erhöht und stark veränderlich ist. Besonders stark werden die Störgeräusche, wenn die Kontakte erschüttert werden. Die Verminderung der Kontaktgeräusche wird im Selbstwahl-Fernverkehr besonders bedeutungsvoll. Die vorliegende Lösung des Problems der Geräuschverminderung bezieht sich auf neu herzustellende sowie im Betrieb befindliche Kontakte der Fernsprechmittlungs-Einrichtungen, Rundfunksender und -empfänger, Hochfrequenztelefonie-Einrichtungen u. dgl.

Am erfolgreichsten werden die Geräusche mit Edelmetall-Kontakten vermindert. Nachdem auf die Nachteile bei der galvanischen Edelmetall-Auftragung hingewiesen ist, beschreibt der Verfasser ein Verfahren, bei dem das Edelmetall mit elektrischen Funken aufgetragen wird. Dieses Verfahren gestattet die Behandlung der Kontakte nicht nur bei der Herstellung, sondern auch im Betrieb.

Dies ermöglicht, daß das billigste Edelmetall, das Silber, als Kontakt-Grundstoff verwendet werden kann.

Die weiteren Vorteile des Verfahrens sind u. a. folgende: Die aufgetragene Schicht ist mit dem Grundwerkstoff der Kontakte fest verbunden; je nach der Berührungsfläche der Kontakte kann die behandelte Fläche beliebig klein gemacht werden, ebenso kann die Schichtdicke von einigen µm bis 0,5 mm eingestellt werden. In bezug auf den Kontaktwiderstand ergeben Messungen, daß dieser bei bis zu 3 400 000 Schaltungen 1,8 bis 8 mΩ bei 3 A und 2 bis 15 mΩ bei 0,5 A beträgt und sehr konstant ist.

Nach Ansicht des Verfassers wird sich dieses Verfahren wegen seiner Vorzüge in den Fertigungsbetrieben, Fernsprech-Vermittlungsstellen und Reparaturwerkstätten durchsetzen.

Thr

DK 621.317.39 : 537.525.1

Die Bestimmung der Intensitätsverteilung im Plasma mit Mikrowellen. (Microwave determination of plasma density profiles.) Nach Wharton, Ch. B., u. Slager, D. M.: J. Appl. Phys. Bd. 31 (1960) H. 2, S. 428–430; 6 B.

Die Verfasser beschreiben ein Verfahren, das eine schnelle Bestimmung der mittleren Elektronendichte und deren räumliche Verteilung in Plasma gestattet. Es ermöglicht Messungen innerhalb eines breiten Bereiches der Elektronendichte, ohne daß in die Gasentladung eingegriffen werden muß. Zum Bestimmen der Elektronendichte wird die zu untersuchende Plasma-Probe in den einen Arm eines Mikrowellen-Interferometers eingefügt und die Phasenänderung, die sich hierbei ergibt, mit einem Oszillographen aufgezeichnet.

Das Verfahren eignet sich insbesondere, wenn die Elektronendichte im Plasma sich schnell ändert. Ähnlich wie bei einem optischen Interferometer erhält man infolge der Interferenz der Wellen in den beiden Interferometerarmen im Ausgang Maxima oder Minima, je nachdem, ob die beiden Wellenanteile gleichphasig oder gegenphasig sind. Bei einer zeitlichen Abnahme der Elektronendichte ergeben sich infolge der sich hierbei entsprechend ändernden Phasengeschwindigkeit der Welle im Plasma zeitlich aufeinanderfolgende Maxima und Minima im Interferometerausgang. Die Verfasser geben eine Formel an, mit der die Elektronendichte aus der Anzahl der auftretenden Maxima berechnet werden kann.

Klg

DK 521.375.3 + 621.314.7 : 621.335.2

Anwendung von Transduktoren und Transistoren in elektrischen Lokomotiven. Nach Hackstein, H.: Elektr. Bahnen Bd. 31 (1960) H. 2, S. 25–34; 19 B., 5 Qu.

Der Verfasser behandelt Probleme, deren Lösung den Konstrukteur elektrischer Lokomotiven seit Jahrzehnten beschäftigte. Im Bau von Motoren, ob für Gleich- oder Wechselstrom, ist ein Stand erreicht, der hinsichtlich Leistung, Betriebssicherheit und Lebensdauer befriedigt.

Anders liegt es bei den der Steuerung und Bremsung dienenden Geräten. Der Aufsatz weist zunächst die Bedingungen auf, die Druckluft- und elektrische Widerstandsbremse in Zusammenarbeit erfüllen müssen. Als Beispiel einer Bremsregelung mit einer Tachomaschine bei der Lokomotive E 10/1 wird zum Entlasten des Führers von zusätzlichen Handgriffen die Verwendung von Transduktoren als Vor- und Hauptverstärker mit zusätzlichem wärmeempfindlichem Fühler und entsprechenden kontaktlosen Reggliedern zum Ausnutzen der Überlastbarkeit des Bremswiderstandes geschildert. Auf ähnlichen Gedanken ist auch die Bremssteuerung der E 50 aufgebaut. Hier entfällt die Tachomaschine, während die Funktion der Bremserregermaschine der sechste Motor übernimmt und die Temperatur über die Widerstandsänderung des Bremswiderstandes gemessen wird.

Die Entwicklung der Transistoren ermöglicht weitere Verbesserungen. Am Beispiel der Zweifrequenz-Lokomotive E 320.11 mit 9 t höchster Bremskraft wird die Betriebsweise der stufenlos einstellbaren elektrischen Bremse erläutert.

Als Gleichstromwandler wirkende Transduktoren setzen die Regelgrößen auf Kleinstwerte herab und erzielen dadurch im Verein mit nachgeschalteten Transistorverstärkern sehr hohe Regelgeschwindigkeiten, die insbesondere das beim Bremsen so gefürchtete Blockieren einer Achse abzuwenden vermögen. Auch der ersehnten stufenlosen Zugkraftsteuerung kommt man jetzt durch Anwendung kontaktloser, stetig regelbarer Schaltgeräte ein gutes Stück näher. Die bisher üblichen Schalterdrosseln werden durch Transduktoren ersetzt. Vorgeschaltete Transistor-Vorverstärker ermöglichen ihre „Auf“- und „Zu“-Steuerung mit Kleinstströmen in kürzester Zeit, was besonders wichtig bei der Abschaltung von Kurzschlüssen ist, für die Abschaltzeiten von nur wenigen Millisekunden erreicht werden.

Der Aufsatz bringt klare Schalt- und Lichtbilder, die, eine große Sachkenntnis vorausgesetzt, wesentlich zum Verständnis der für die vordringlichen Regelaufgaben bei elektrischen Lokomotiven getroffenen Lösungen mit kontaktlosen Schaltelementen beitragen.

OI

DK 621.396.946 : 629.19

Bildmäßige Übermittlung von Daten aus einem Raumschiff. (Pictorial data transmission from a space vehicle.) Nach Baumunk, J. F., u. Roth, S. H.: Electr. Engng. Bd. 79 (1960) H. 2, S. 134–138; 3 B., 2 Taf.

Nachrichten-Übermittlungen ergeben schon bei Übertragungen innerhalb der direkten Sicht einen Komplex von Problemen, der sich bei Übertragungen durch den Weltraum und insbesondere bei Verbindung zwischen zwei verschiedenen Raumschiffen noch vergrößert. Astronomische Entfernungen, beschränkte Bandbreiten und Energiebegrenzungen vergrößern die Schwierigkeiten. Z. T. bestehen zuwiderlaufende Anforderungen in bezug auf größte Betriebssicherheit und kleinstes Gerätegewicht. Bei zu tiefen Frequenzen wird die Ionosphäre nicht durchstoßen; bei zu hoher steigt das Rauschen wieder an. Die Wahl fällt auf den Bereich um weniger als 100 MHz. Die Verfasser schätzen dann die Rauschverhältnisse und die erforderliche Sendeenergie beim augenblicklichen Stand der Empfangstechnik ab.

Verfahren der Bildübertragung mit langsamer Abtastgeschwindigkeit und Frequenzschwankungen bei Verwendung von Frequenz-Modulation, die als Doppler-Effekt durch die Relativbewegung zweier Raumschiffe entsteht, werden in dem Aufsatz behandelt. In einem konkreten Beispiel wird dann der Entwurf einer Nachrichtenverbindung mit dem Bereich des Mondes erörtert. Mit einem passenden Toleranz-Intervall für Gerätestörungen und nichtoptimale Einstellung ergibt sich ein technisch realisierbarer Sender, der seine Energie aus Sonnenzellen beziehen könnte. Wenn man den Gewinn des Antennensystems vergrößert, so führt das zu günstigeren Lösungen, und auch dieser Fall wird erörtert, in dem man die Orientierung der optischen Achse konstant hält, so daß dann eine Richtantenne an Stelle einer isotropen Antenne verwendbar werden würde. Auf alle Fälle hat sich die Möglichkeit ergeben, ein Raumschiff instrumentell auszustatten. Der Vorteil von FM bei Bildübertragungen liegt auf der Hand.

Schw

DK 621.317.39 : 533.6.011.08 : 532.574.6.082.731

Die elektronische Messung der Strömungsgeschwindigkeit und der Turbulenz. Nach Staritz, R. F.: VDI-Z. Bd. 102 (1960) S. 94–97; 7 B., 6 Qu.

Zum Messen kleiner und mittlerer Geschwindigkeiten in Gasen oder auch in nichtleitenden Flüssigkeiten verwendet man Hitzdraht-Anemometer. Der sehr dünne Hitzdraht besteht aus einem Werkstoff mit möglichst großem Temperaturkoeffizienten. Der Verfasser zeigt einen Hitzdrahtgeber aus platinisiertem Wolfram von 1 mm Länge, 5 μ Dmr, und einem Kaltwiderstand von etwa 4 Ω . Die mittlere Betriebstemperatur beträgt 220 °C. Bei einem Temperaturkoeffizienten von $5 \cdot 10^{-3} \Omega/\text{grad}$ ergibt sich für diesen Geber ein Widerstandsverhältnis von etwa 1,5 : 1 zwischen den Widerstandswerten bei Arbeits- und bei Kalttemperatur.

Zunächst wird die Grundschaltung eines Meßgerätes zum Messen kleiner Luftgeschwindigkeiten bei Raumbelüftungs-Untersuchungen beschrieben. Zwei Hitzdrähte liegen als Brückenhälften einer Widerstandsbrücke an einer Wechselspannung. Dabei wird der eine Hitzdraht über Führungsbleche von der Strömung in der einen Richtung, der andere Hitzdraht durch spiegelbildlich angeordnete Führungsbleche in entgegengesetzter Strömungsrichtung beaufschlagt. Bei konstant gehaltener Heizspannung bewirkt die Widerstandsänderung eine Brückenversümmung. Die Brücken-

fehlerspannung wird über einen Niederfrequenz-Verstärker einem Anzeige- oder Registriergerät zugeführt. Die mit einem Oszillographen gemessene Zeitkonstante betrug 0,1 s.

Wird die Temperatur oder der Widerstand konstant gehalten, dann bildet die Änderung der Heizspannung bzw. des Heizstromes ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit. Bei diesem Meßverfahren kann die Abnahme der Empfindlichkeit bei zunehmenden Strömungsgeschwindigkeiten weitgehend kompensiert werden. Ein Blockschaltbild veranschaulicht die grundsätzliche Wirkungsweise eines neuzeitlichen elektronischen Hitzdraht-Anemometers. Der elektronische Anzeigeverstärker erfüllt hier eine erweiterte Aufgabe als Regelkreisglied. In dem geschlossenen Regelkreis gibt die Meßwertgeber-Widerstandsänderung das Maß für die Regelgröße an. Der Regelkreis sorgt für den selbsttätigen Abgleich der Brücke. Gemessen wird die Energie, die zum Konstanthalten der Hitzdrahtgeber-Temperatur nötig und proportional der Strömungsgeschwindigkeit ist.

Mit Hilfe dieses in einer vereinfachten Gesamtschaltung dargestellten elektronischen Hitzdraht-Anemometers für konstante Stromstärke (bzw. Temperatur) sind sehr genaue Messungen in einem weiten Bereich der mittleren Strömungsgeschwindigkeit und für Turbulenzströmungen mit Frequenzen bis über 30 kHz möglich. In Verbindung mit einem Zweistrahl-Oszillographen ermöglichen die kleinen Hitzdraht- und Heißfoliengeber sowie die gewählten Verstärker- und Meßeinrichtungen fast punktförmige Messungen; sie sind auch für Messungen an Modellen in Forschungslaboratorien und für genaue Betriebsmessungen geeignet. Bei Verwenden von Gebern gleicher Kennlinien und mit Hilfe von Vielfach-Meßstellenumschaltern kann das Gerät auch umfangreichen Versuchsreihen angepaßt werden.

Hlk

DK 697.71 : 697.146

Forschung auf dem Gebiet der Fußbodenheizung. (Research on floor-warming.) Nach Griffith, M. V.: Electr. Times Bd. 137 (1960) H. 8, S. 281–288; 8 B., 4 Taf.

Fußbodenheizung ist, z. B. mit Warmwasserleitungen, schon lange bekannt. Auch mit im Boden eingebetteten elektrischen Heizleitern wurden schon zufriedenstellende Versuche durchgeführt. Eine solche elektrische Heizung kann aber erst wirtschaftlich werden, wenn unter Vermeidung einer Stromentnahme bei den Spitzenbelastungen der Elektrizitätswerke mit verbilligtem Nachtstrom gearbeitet werden kann. Neuere Forschungen hatten zum Ziel, die anfallenden Probleme zu klären.

Zunächst wurde festgelegt, daß die Fußbodentemperatur bei kontinuierlicher Heizung einen Wert von 25 °C nicht überschreiten darf, wenn das Wohlbefinden nicht gestört werden soll. Bei einer Speicherheizung darf die Höchsttemperatur etwa 29 °C erreichen. Die Auslegung solcher Heizungen ist natürlich stark von den baulichen Gegebenheiten abhängig, insbesondere von der Isolierung des Bodens. Es hat sich herausgestellt, daß eine Erwärmungsleistung von etwa 10 W/m² und je Grad Temperaturdifferenz zwischen Bodenoberfläche und Luft in dem Temperaturbereich der Fußbodenheizung in Betracht kommt. Es kann sich ergeben, daß die erforderliche Heizleistung das Produkt (25 °C–15 °C) · 10 W/(m² grad) · A überschreitet, wobei die Fläche A in m² einzusetzen ist. Dann wird eine zusätzliche Hilfsheizung erforderlich. Alle üblichen Fußbodenbeläge, auch Holz, Kunststoff und Linoleum, können verwendet werden, wenn gewisse Leistungsverluste durch eine gute Isololation ausgeglichen werden.

Zunächst wurden Versuche in Testräumen und Testbaracken durchgeführt, die später durch systematische Messungen in einem neu errichteten Verkaufsgebäude ergänzt wurden. Hier wurden in einzelnen Abteilungen neun verschiedene Heizungssysteme und Isolierungen auf 1800 m² mit 215 kW Anschlußleistung erprobt. Es ergab sich z. B., daß die Kosten einschließlich der Installation, je nach Ausführungsart, zwischen 9,— DM und 3,— DM je Quadratmeter oder zwischen 75,— DM und 300,— DM je installiertes Kilowatt lagen. Wenn durch diesen Großversuch auch wertvolle Ergebnisse zum Vergleich verschiedener Heizungstypen und Isolierungen, vor allem auf Grund der umfangreichen Messungen, gesammelt werden konnten, so erheilt doch aus den stark streuenden Ergebnissen, daß noch viele Fragen offen bleiben, die einer Fortsetzung der Meßreihen vorbehalten bleiben.

Hö

AUS DER INDUSTRIE

Tauchspulenregler für elektrohydraulische Kantenregelung

DK 621.9-555.57

Bei dem herrschenden Mangel an Arbeitskräften muß jede Möglichkeit wahrgenommen werden, durch Automatisieren der Arbeitsvorgänge fehlendes Personal zu ersetzen. Hinzu kommt, daß durch derartige Maßnahmen die Fertigung im allgemeinen verbilligt, beschleunigt und verbessert werden kann.

Ein typisches Beispiel hierfür ist die von der *Elektro-Mechanik GmbH*, Wendenerhütte, neu entwickelte elektrohydraulische Kantenregelung. Sie wird mit Erfolg angewendet in Betrieben, in denen Werkstoffbahnen irgendwelcher Art randgenau und mit möglichst geringem Randbeschnitt verlustfrei aufgewickelt werden müssen, mag es sich um Papier, Kunststoff- oder Metallfolien, Gewebe, Grob- oder Feinbleche handeln. Die mit diesem System erzielbaren Durchlaufgeschwindigkeiten können gegenüber den bisherigen Verfahren wesentlich gesteigert werden. Trotzdem liegt die erreichte Genauigkeit infolge der fast trägheitslosen Arbeitsweise dieses Gerätes sehr hoch, und die Toleranz beträgt, je nach Art der Maschine und des Werkstoffes, z. B. bei Kunststoff- und Papierbahnen $\pm 0,1$ mm, bei Blechen ± 1 mm.

Der Betrieb der elektrohydraulischen Kantenregelung geht so vor sich, daß eine Kante oder eine Drucklinie der Werkstoffbahn je nach der Art der Anlage im Durchlicht- oder Reflexionsverfahren photoelektrisch abgetastet wird. Wie aus der in Bild 1

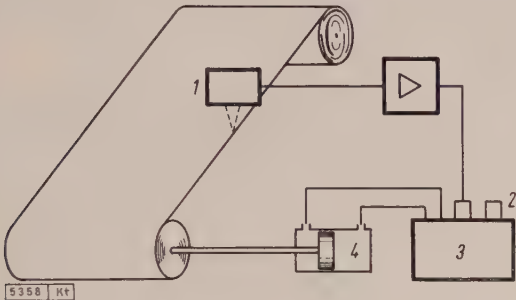


Bild 1. Schema der elektrohydraulischen Kantenregelung.

- | | |
|---------------------|------------------------------------|
| 1 Reflex-Taster | 3 Elektrohydraulisches Steuergerät |
| 2 Tauchspulenregler | 4 Stellzylinder |

dargestellten schematischen Zeichnung zu ersehen ist, wird die Regelabweichung — also der Materialverlauf — vom Taster über einen Transistorverstärker auf den empfindlichen Tauchspulenregler mit hydraulischem Servosystem übertragen. Dadurch wird in dem elektrohydraulischen Steuergerät ein der Regelabweichung proportionaler Ölstrom geliefert, der über einen Stellzylinder die Stellung der Materialwalze beeinflusst und diese automatisch korrigiert.

Bu

Rundtischmaschine für induktive Erwärmung

DK 621.365.511

Zum partiellen Schmiedeerwärmen von Rundstahl-Abschnitten und zum Totalerwärmen von Schrauben und Formteilen wurde von der *Gesellschaft für Induktionsanlagen mbH, Schmidt und Co.*, Reichenbach-Fils (Württ.), ein Rundtisch-Schmiedeerhitzer (Bild 2) entwickelt. Das Antriebsaggregat für den Schaltteller ist in einem verkleideten Gestell untergebracht. Der Schalt- und Kondensatorschrank befindet sich rechts vom Erhitzer. Der zugehörige wassergekühlte Mittelfrequenz-Umformer für 110 kW bei 3,6 kHz ist getrennt aufgestellt. Der Erhitzer kann zum Einrichten im Einzeltakt betrieben werden; der normale Arbeitsablauf ist halbautomatisch.

Die Werkstücke werden von Hand in die Aufnahmen des Schalttellers eingelegt, durchlaufen einen Tunnel-Induktor und werden von einem Abstreifer im Einzeltakt ausgeworfen. Zum Wählen der gewünschten Taktzeit dient ein stufenlos einstellbares Zeitrelais. Die zu erwärmenden Rundstahl-Abschnitte werden von Führungsringen im Schaltteller gehalten. Zum vollständigen Erwärmen von Schrauben oder Formteilen sind Schaltteller vorgesehen, bei denen

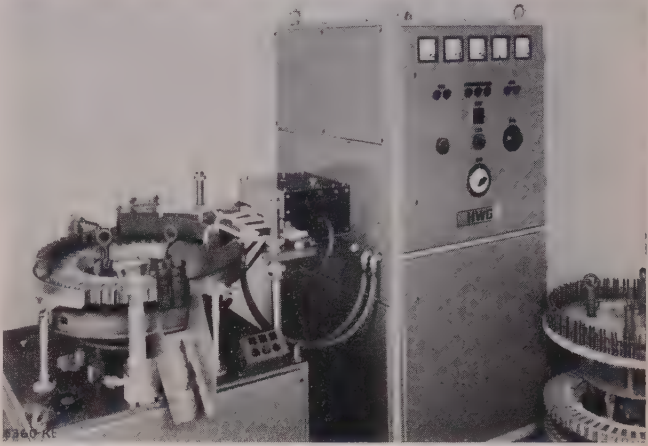


Bild 2. Rundtisch-Schmiedeerhitzer mit Maschinengestell.

die Werkstücke in Aufnahmen aus unmagnetischem Stahl eingesetzt werden. Die erwärmten Teile werden von einem pneumatisch betätigten Auszieher aus den Aufnahmen gezogen und in die Ausfallrinne ausgeworfen.

Zum Schutz der Tunnel-Induktoren ist an der Einlaufseite eine Blende angebracht, mit der die Anlage stillgelegt wird, sobald ein Werkstück im Schaltteller falsch aufgenommen wurde oder wenn seine Abmessungen von der Seriennorm abweicht. Mit der Anlage können Stahlbolzen mit 40 mm Dmr. und 120 mm Länge auf 1100 bis 1200 °C erhitzt werden. Der Durchsatz für Anwärmlängen von 25 mm beträgt 600 Stück in der Stunde.

Klg

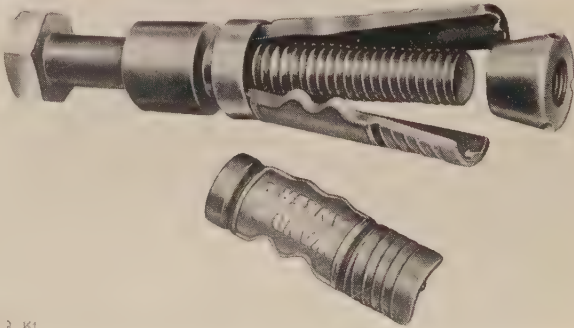
Wandanker

DK 621.88-218.8

Beim Aufstellen von Maschinen, z. B. von Elektromotoren, mußte man meist die Ankerbolzen in Löcher einzementieren. Sehr einfach anzuwenden sind dagegen die Wandanker für Schwerbefestigung der Firma *Thor Waerner & Co GmbH*, Spezialfirma für Industrie- und Installationsbefestigung, Düsseldorf.

Das Schwerbefestigungssystem besteht aus einem Tempergüßdübel, bei dem die dreiteilige Tempergüß-Dübelhülse in Längsrichtung geschlitzt ist (Bild 3). Die konische Mutter sitzt in einer Aussparung der Dübelhülse, die gleichzeitig sowohl eine Dreh- als auch eine Rutschsicherung abgibt. Beim Festziehen der Schraube spreizt die Konusmutter die drei Dübelhülsen so auseinander, daß sich deren gerippte Außenfläche im Mauerwerk verankert. In vielen Fällen fällt auch der Bau besonderer Maschinenfundamente für die sonst üblichen Ankerschrauben fort.

Mit Abstandsstücken ist es möglich, den Kraftangriffspunkt der Spreizhülsen in größere Tiefen des Mauerwerks zu legen. Ferner sind sie auch dort geeignet, wo Ausbrüche an geputzten Flächen und Wandverkleidungen vermieden werden sollen. Hergestellt werden die Wandanker von 3 mm bis zu etwa 38 mm Dmr. Rgs



2 Kf

Bild 3. Wandanker mit dreiteiliger Spreizhülse, konischer Mutter, Abstandsstück und Schraubenbolzen.

Spirelec-Hängeisolator

DK 621.315.624.5

Einen Vollkernisolator mit einem neuartigen Schirm stellt die *Compagnie Générale d'Electro-Céramique (C.G.E.)*, Paris, her. Kennzeichnend für diesen Isolator ist im wesentlichen ein wendelförmiger Schirm (Bild 4) an Stelle der üblichen parallel übereinander liegenden Schirme. Da der Spirelec ein Vollkernisolator ist, kann sowohl bei Überspannungen als auch bei steilen Stoßwellen kein Durchschlag im Innern zustande kommen. Diese Bauform bietet den Vorteil, daß durch die Wendelform des Schirmes bei gleicher Kettenlänge der Kriechweg länger ist als bei Isolatoren mit üblicher Schirmform. So hat z.B. eine aus drei Spirelec-Gliedern bestehende Kette von 1920 mm Länge einen Kriechweg von 5079 mm, während der einer aus 14 Kappenisolatoren bestehenden Kette etwa gleicher Länge nur 4000 mm lang ist. Das ist besonders in Gebieten mit stark verschmutzter Luft oder in Küstennähe vorteilhaft.

Wegen des besonderen Querschnittes des wendelförmigen Schirmes wird die verschmutzte Oberfläche vom Regen immer wieder gereinigt. Deshalb hat der Isolator eine hohe Lichtbogenfestigkeit und seine Überschlagspannung liegt auch nach langem Gebrauch höher als bei anderen Hängeisolatoren gleicher Baulänge.

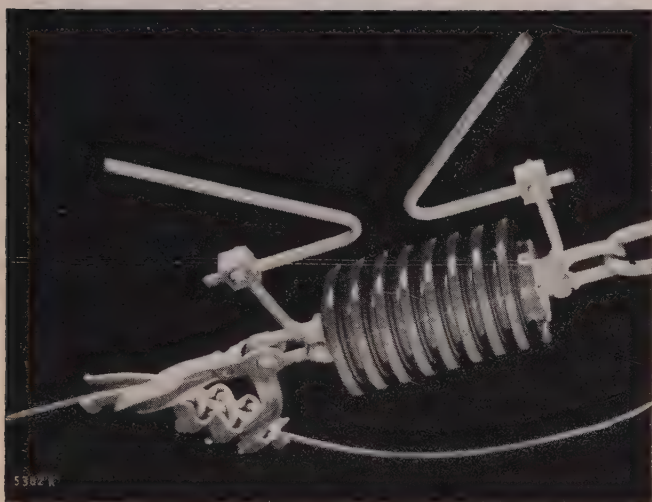


Bild 4. Spirelec-Hängeisolator.

Dieser Unterschied tritt besonders bei Regen auf, weil das Regenwasser an dem Schirm entlang läuft und nicht mehr als parallele Fäden von Schirm zu Schirm fließt. Ferner erzeugt der Spirelec-Isolator nur geringe Rundfunkstörungen.

Als Werkstoff für diesen Isolator werden zwei verschiedene Porzellanmassen verwendet. Hergestellt wird er für Spannungen ab 15 kV bis zu den höchsten Spannungen. Rgs

Tragbares, direktanzeigendes Schwingungs-Meßgerät

DK 621.317.39.018.6

Ein tragbares, batteriebetriebenes, direktanzeigendes Schwingungsmeßgerät wurde von *Philips* zum Untersuchen und Überwachen von schwingungsgefährdeten Maschinen- und Konstruktionsteilen entwickelt. In 5 Einzelbereichen können mit ihm an Ort und Stelle mit geeigneten Gebern Schwingungsamplituden bis zu 1 mm gemessen werden. Jedem Meßbereich ist eine dem Gerät entnehmbare Eichspannung zugeordnet, mit der auch nichtsinusförmige Schwingungen ausgewertet werden können. Die spiegelunterlegte Skala ist in Scheitelwerten geeicht, so daß die Amplitudenwerte sinusförmiger Spannungen unmittelbar abgelesen werden können. Der Frequenzbereich geht von 10 bis 1000 Hz. Für den Anschluß von Elektronenstrahl-Oszillographen oder Schnellschreibern steht an einem Ausgang eine effektive Spannung bis 160 mV zur Verfügung.

Das Gerät (Bild 5) wird aus Nickel-Kadmium-Zellen gespeist, die eine Betriebsdauer von rd. 40 h mit einer Ladung ermöglichen. Zum Aufladen mit dem eingebauten Netzgerät werden etwa 14 h benötigt. Die Schaltung ist transistorisiert. Das handliche Gerät wiegt nur 2,5 kg.

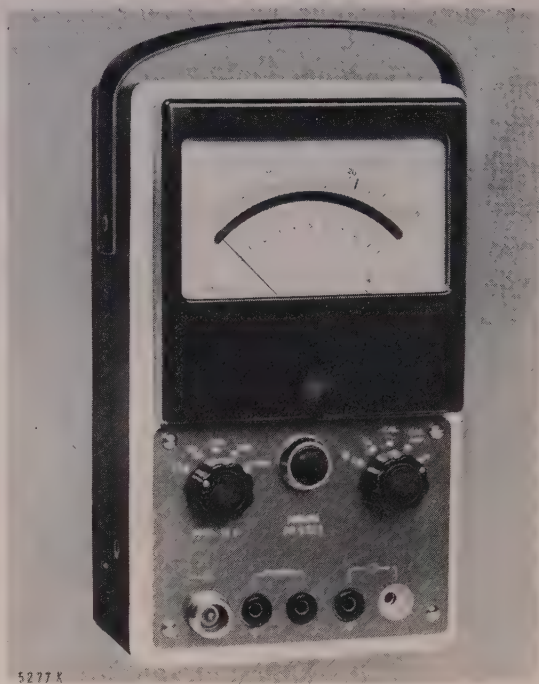


Bild 5. Schwingungs-Meßgerät.

Unter Verwendung eines Phasenanzeigers lassen sich mit dem direktanzeigenden Schwingungsmeßgerät Auswuchtprobleme lösen und Phasenmessungen an rotierenden Teilen durchführen. Hn

Thermophil-Temperaturfühler

DK 621.317.39 : 536.5

In den Thermophil-Temperaturfühlern, der *Ultrakust*, *Europa-Vertriebsges. mbH*, München, werden Halbleiter als Geber verwendet. Der Widerstand des Halbleiterelementes, der rd. 0,5 MΩ bei 20 °C ist, ändert sich um etwa 3 % je Grad Temperaturänderung. Wegen des hohen Geberwiderstandes hat der Widerstand einer Verbindungsleitung keinen Einfluß auf die Meßgenauigkeit. Beliebige lange Kabelleitungen, normale Meßbereich-Umschalter, Schleifringübertrager usw. können zwischen Geber und Anzeigeelement geschaltet werden, ohne daß der angezeigte Wert korrigiert werden muß.

Der erwähnte Halbleiter im Temperaturfühler ist ein Germanium-Plättchen von nur 0,25 mm Dmr. Infolge seiner geringen

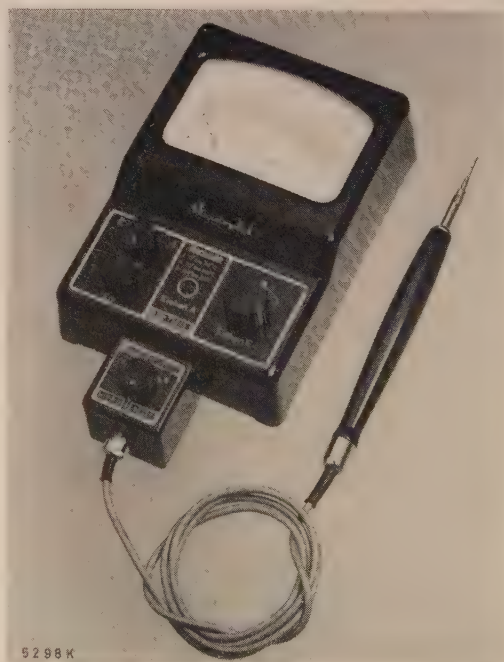


Bild 6. Thermophil-Temperaturfühler mit Anzeigeelement.

Größe und Masse entzieht es dem Meßobjekt nur äußerst wenig Wärme und hat eine kleine Zeitkonstante. Selbst kleinste Temperaturunterschiede bewirken somit eine augenblickliche Widerstandsänderung der Fühlerspitze. Der Meßstrom wird über einen Verstärker, der im Instrumentengehäuse untergebracht ist, dem Anzeigegerät zugeführt (Bild 6). Als Spannungsquelle dienen eine 1,5-V- und 22,5-V-Batterie, deren Betriebsdauer bei normaler Benutzung etwa 10 Monate beträgt.

Der Temperaturfühler kann sowohl mit Metall- als auch mit Glasspitze geliefert werden. Die Metallfühler sind an einer Metallfläche geeicht und somit für Messungen an gut wärmeleitenden Gegenständen gedacht. Hierfür beträgt die Halbwertszeit rd. 1,2 s. Die Thermophil-Glasfühler werden entweder in Silikonöl oder auf einer Kunststoff-Oberfläche geeicht. Diese Fühler sind zum Messen der Temperatur von Flüssigkeiten, Pulvern, Gasen usw. bestimmt. Die Zeitkonstante ist 0,5 s, gemessen in Öl.

Hergestellt werden die Temperaturfühler für verschiedene Temperaturbereiche, die bei -50°C beginnen und bei $+450^{\circ}\text{C}$ enden. Der kleinste Temperaturbereich beträgt 10 grd und der größte 250 grd. Die Toleranzen der Anzeige liegen in den Grenzen, wie sie für Betriebsthermometer nach DIN 12 782 vorgeschrieben sind, das entspricht 1 % des Skalenumfanges. Rgs

Klassiergerät mit Meßwertspeicher

DK 621.317.39 : 311.14

Eine besondere Stellung in der neuzeitlichen Meßtechnik nehmen die Klassiergeräte mit Meßwertspeicher ein, weil sie große Vorteile beim Erfassen und Auswerten von dynamischen Meßwerten mit Zufallscharakter bieten, z. B. die statistische Verteilung der Amplitudenwerte nichtperiodischer Zeitfunktionen. Der erhebliche Zeitaufwand für das nachträgliche Aufarbeiten der vielen Zahlen entfällt, und Übertragungs- und Auswertefehler werden vermieden.



Bild 7. Elektronisches Klassiergerät

Das elektronische Klassiergerät mit Meßwertspeicher der *Hottinger Meßtechnik GmbH*, Darmstadt, ermöglicht mit einem zugehörigen Meßverstärker und einem Aufnehmer eine vollselbsttätige Häufigkeitsanalyse bei dynamischen Messungen mit Zufallscharakter und das Einordnen der Augenblickswerte einer Meßspannung (Bild 7).

Bei einer wählbaren Stichprobenfolge in der Größe von 1 bis 25/s können durch innere und äußere Auslösung (Triggerung) statistisch verteilte Meßgrößen selbsttätig in 10 Klassen eingeteilt, gezählt, gespeichert und an Zählwerken unmittelbar abgelesen werden. So lassen sich z. B. Streuungen oder statistische Mittelwerte sofort feststellen, und der für den Ablauf des Betriebes oder die Durchführung von Versuchen Zuständige erhält ohne mathematische Rechnungen eine zuverlässige Kontrolle über den Verlauf der Untersuchungen.

Die Grundidee dieses Klassiergerätes ist die Verwendung der „Summenhäufigkeitsverteilung“. Sie ist für die Meßtechnik, bei der Überwachung von Maschinen und Fertigungsvorgängen, besonders wertvoll. Mit dem Klassiergerät können schwierige und umfangreiche Zahlenunterlagen zur unmittelbaren und sofortigen Auswertung schnell, einfach und übersichtlich verfügbar gemacht werden.

fi

Winkelwerte-Anzeigegerät

DK 621.317.39 : 531.74

Das neue elektrische Winkelanzeige-Gerät „Digitoskop“, das von der *Standard Elektrik Lorenz AG*, Stuttgart-Zuffenhausen, hergestellt wird, ermöglicht die unmittelbare Anzeige von auf digitaler Basis übertragenen Winkelwerten. Dabei werden die gemessenen Winkelwerte von einem besonderen Geber in Form von Stromimpulsen geliefert. Die Anzahl der Impulse und die der Impulswege

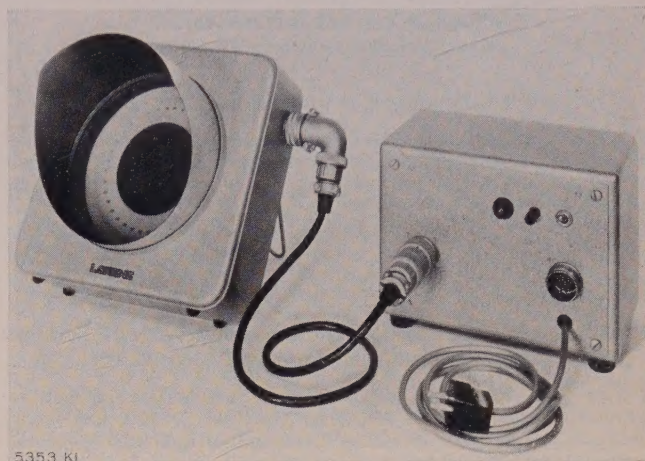


Bild 8. Anzeigegerät Digitoskop mit Netzanschlußgerät.

für die Übertragung der Impulse hängen von der Größe des zu übertragenden Winkels und deren Impulsfolge vom gewählten Kode ab.

So werden z. B. zwei Impulse und zwei Impulswege zum Übertragen der Zahlen 1 bis 4, dagegen jedes Mal 3 zum Übertragen der Zahlen 1 bis 8 gebraucht. Die Impulse der zu übertragenden Ziffer werden im Anzeigegerät entsprechend dem gewählten Kode auf eine gleich große Zahl von Elektromagneten gegeben, die somit den Kode entschlüsseln. Von den Magneten werden mit Schlitzen versehene Scheiben gedreht. Bei bestimmter Impulsfolge decken sich die entsprechenden Schlitze der Scheiben und durch eine hinter den drehbaren Scheiben befindliche Ringleuchte wird der Schlitz der entsprechenden Zahl beleuchtet.

Beim Digitoskop werden die Winkelwerte auf einer runden in Grad eingeteilten Skala von einem Lichtzeiger, der nach dem beschriebenen Prinzip arbeitet, angezeigt (Bild 8). Der größte Fehler hierbei beträgt ± 21 Bogenminuten. Auf Wunsch kann das Digitoskop mit einer anderen Teilung versehen werden, welche die Toleranz auf $\pm 10,5$ Bogenminuten vermindert. Das Digitoskop ist nicht an den verwendeten Kode gebunden.

Das Anzeigegerät hat eine in Grad eingeteilte Skala und besteht u. a. aus zwei feststehenden und entsprechend dem 29-Kode aus neun drehbaren Scheiben, die alle aus dünnem hartem Federblech hergestellt und gemeinsam mit der Skala und einer Ringleuchte in ein Gehäuse eingebaut sind. Jede der beweglichen Federblechscheiben wird von einem eigenem Elektromagneten um 21 Bogenminuten gedreht. Auf jeder der Scheiben sind 29 = 512 Schlitze eingearbeitet, deren Verteilung auf dem Scheibenumfang vom verwendeten Kode abhängt.

Wenn die Winkelwerte nur über eine kurze Entfernung zu übertragen sind, so wird man entsprechend dem 29-Kode auch neun Verbindungsleitungen und eine gemeinsame Rückleitung verwenden. Will man dagegen bei größeren Entfernungen mit nur zwei Leitungen oder Funkkanälen auskommen, so werden die vom Digitalgeber gelieferten Impulse nacheinander als Impulstelegramm (Reiheninformation) oder gleichzeitig mit unterschiedlichen Tonfrequenzen (Parallelinformation) übertragen. Die Übertragungssicherheit kann mit einer zusätzlichen Scheibe, der Kontrollscheibe, erhöht werden. Das ist besonders dann wichtig, wenn die Speisepannung ausfallen kann, damit keine Fehlablesungen zustande kommen. Beim Übertragen digitaler Winkelwerte war bei dem bisherigen Prinzip der Anzeigegeräte lediglich eine reine Ziffernanzeige möglich, die aber erst über eine komplizierte elektronische Einrichtung gewonnen wurde.

Das zugehörige Netzgerät ist für einen Anschluß an 220 V Wechselspannung ausgelegt und mit Transistoren bestückt. Die Abmessungen des Anzeigegerätes sind: 100 mm Höhe, 200 mm Tiefe und 260 mm Breite.

Rgs

VERBANDSNACHRICHTEN

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6

Fernruf: 43 31 57; Fernschreiber (Telex): 04—12 871;

Telegramm-Kurzanschrift: Elektrobund;

Postscheckkonto: Frankfurt a. M. 388 68.

Leitung der VDE-Prüfstelle

Auf Vorschlag des VDE-Prüfstellenausschusses wird Dr.-Ing. H. Walther als Nachfolger des verstorbenen Dr.-Ing. Th. Dall mit Wirkung vom 1. Oktober 1960 die Leitung der VDE-Prüfstelle übertragen.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Generalsekretär

Lauster

Ermächtigung zum Erteilen eines vorläufigen VDE-Zeichens für Motor-Kondensatoren nach VDE 0560 Teil 8/...60

Der VDE-FNE-Gemeinschaftsausschuß „Kondensatoren“ hat beschlossen, gemäß dem in ETZ-B Bd. 11 (1959) S. 234 bekanntgegebenen „Verfahren zur Erteilung vorläufiger VDE-Zeichen-Genehmigungen“ die VDE-Prüfstelle zu ermächtigen, vorläufige Genehmigungen zum Führen des VDE-Verbandszeichens für Motorenkondensatoren zu erteilen, die dem in ETZ-B Bd. 12 (1960) H. 10, S. 256 angekündigten Entwurf VDE 0560 Teil 8/...60 „Regeln für Motor-Kondensatoren“ entsprechen. Bestimmungen für Kondensatoren mit kürzerer Gebrauchsdauer, z. B. für Haushaltgeräte, sind in Vorbereitung.

Der Vorsitzende des VDE-FNE-Gemeinschaftsausschusses „Kondensatoren“

Strüb

VDE-Vorschriftenstelle

Weise

VDE 0674/...60, Entwurf 2, „Regelung für Isolierkörper und Isolatoren für Wechselstrom-Geräte und -Anlagen von 1 kV und darüber“

In ETZ-B Bd. 10 (1958) S. 92 war VDE 0674/...58, Entwurf 1 mit Einspruchsfrist gekündigt worden. Die gegen diesen Entwurf eingegangenen Einsprüche sind von der VDE-Kommission „Geräte-isolatoren“ unter Vorsitz von Dr.-Ing. A. Hecht ordnungsgemäß behandelt worden. Dabei hat es sich als notwendig erwiesen, einen Entwurf 2 zu VDE 0674 auszuarbeiten. Es ist beabsichtigt, diese Neufassung am 1. Januar 1961 in Kraft zu setzen. Einen Einführungsaufsatz zu diesem Entwurf enthält ETZ-A Bd. 81 (1960) H. 18, S. 642.

Einsprüche gegen den Entwurf der Neufassung und gegen den geplanten Inkraftsetzungstermin können bis zum 15. Oktober 1960 der Vorschriftenstelle eingereicht werden (doppelte Ausfertigung erbeten).

Der Entwurf kann unter der Bezeichnung VDE 0674/...60, Entwurf 2, vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstr. 33, zum Preise von 3,— DM bezogen werden.

Der Kommissionsvorsitzende

Hecht

VDE-Vorschriftenstelle

Weise

Inkraftsetzung von VDE 0686 Teil 1/9.60 „Bestimmungen für den Bau von Elektro-Fischereigeräten für Binnengewässer“

Gegen den in ETZ-B Bd. 11 (1959) S. 235 angekündigten Entwurf von VDE 0686 Teil 1 „Bestimmungen für den Bau von Elektro-Fischereigeräten für Binnengewässer“ sind einige Einsprüche eingegangen. Sie wurden inzwischen von der VDE-Kommission 0136 „Elektrofischfang“ unter Vorsitz von Dr. F. J. Lauer ordnungsgemäß behandelt.

Der Entwurf wurde entsprechend geändert. Die so entstandene Schlußfassung dieser Bestimmungen hat der Vorstand des VDE im August 1960 genehmigt und zum 1. September 1960 in Kraft gesetzt.

Einzeldrucke von VDE 0686 Teil 1/9.60 können vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 1,80 DM bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Generalsekretär

Lauster

Inkraftsetzung der Änderung VDE 0710 Teil 1 a/9.60 „Vorschriften für Leuchten mit Betriebsspannungen unter 1000 V“

Gegen den in ETZ-B Bd. 12 (1960) H. 13, S. 329, angekündigten Entwurf zu der oben bezeichneten Änderung sind keine Einsprüche eingegangen. Der Vorstand und der Technische Ausschuß des VDE haben die Änderung im August 1960 genehmigt und zum 1. September 1960 in Kraft gesetzt.

Durch diese Änderung wird die Geltungsdauer von VDE 0710/4.56 vom 31. Januar 1960 bis zum 31. Oktober 1960 verlängert.

Einzeldrucke der Änderung können unter der Bezeichnung VDE 0710 Teil 1a/9.60 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von —,20 DM bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Generalsekretär

Lauster

VDE-ZEICHEN-GENEHMIGUNGEN

52. Nachtrag zur Buchzusammenstellung nach dem Stande vom 1. 11. 1955 mit Sammelnachtrag nach dem Stande vom 1. 1. 1957

Neu erteilte Genehmigungen

Installationsmaterial



Installationsschalter

Gebr. Berker, Schalksmühle

Wippschalter 10 A 250 V~/15 A 250 V~, zweipoliger Ausschalter wie bereits genehmigte Typenreihe 10 E 352..., jetzt auch für Unterputzverlegung mit aufsteckbarer Signallglimmlampe — Typen: 10 W 352 iwG, —ewG, —viwG.

Geräteschalter (Einbauschalter)

Bär Elektrowerke GmbH, Schalksmühle

Geräteeinbauschalter 2 A 250 V, einpoliger Ausschalter mit Zentraldruckknopfbedätigung, Gehäuse aus Formstoff Typ 31 — Typ: 3065—01.

Ortsveränderliche Schalter

Bär Elektrowerke GmbH, Schalksmühle

Schnurzwischenhalter 2 A 250 V, einpoliger Ausschalter, mit Schutzleiteranschlußklemme und Blindklemme, mit Zentraldruckknopfbedätigung, Gehäuse aus Formstoff Typ 31 oder 131 — Typen: 5060—01, —02, —03.

Geräte



Heizkissen

Ruhrkunststoff, Plastotherm GmbH, Grönenbach/Allgäu

Heizkissen 220 V, 60 W, in üblicher Bauart; Geräteklasse II (schutzisoliert), wasserdicht, mit nicht abnehmbarem Bezug aus thermoplastischem Kunststoff; 4 Regler, feste Anschlußleitung NYLHY(PR) 3 × 0,75 qmm bzw. NSA 2 × 0,75 qmm und Konturenstecker — Typen: Hygrotherm, Plastotherm.

Süddeutsche Elektrowärme J. Gottfreund, Ulm/Donau

Heizkissen 220 V, 60 W, in üblicher Bauart; Geräteklasse II (schutzisoliert), wasserdicht, mit nicht abnehmbarem Bezug aus thermoplastischem Kunststoff; 3 Regler, feste Anschlußleitung NSA 3 bzw. 2 × 0,75 qmm mit Schnurzwischenhalter und Schutzkontaktstecker — Typen: —.

Westalia Heizkissenfabrik, Oberammergau

Heizkissen 220 V, 60 W, in üblicher Bauart; Geräteklasse II (schutzisoliert), feuchtigkeitsgeschützt, mit nicht abnehmbarem Bezug aus thermoplastischem Kunststoff; 3 Regler, feste Anschlußleitung NSA 3 bzw. 2 × 0,75 qmm mit Schnurzwischenhalter und Schutzkontaktstecker — Typ: 625.

Kühlschränke (Kompressorprinzip)

G. Bauknecht GmbH, Stuttgart

Haushaltskühlschrank 220 V~, 140 W; übliche Tischbauart, Gehäuse aus Stahlblech, Nutzinhalt 190 Liter, Geräteklasse I (Schutzleiteranschluß); mit automatischer Temperaturregelung, Innenbeleuchtung, fester Anschlußleitung NYLHY(PR) 3 × 0,75 qmm und Schutzkontaktstecker — Typ: K 190 N.

Robert Bosch GmbH, Stuttgart

Haushaltskühlschrank 220 V~, 100 W; übliche Tischbauart, Gehäuse aus Stahlblech, Nutzinhalt 110 Liter, Geräteklasse I (Schutzleiteranschluß); mit automatischer Temperaturregelung, Innenbeleuchtung, fester Anschlußleitung NYLHY(PR) 3 × 0,75 qmm und Schutzkontaktstecker — Typen: 110 T, 112 TL, 112 E.

Haushaltskühlschrank wie vor, jedoch 140 Liter Nutzinhalt — Typen: 140 TL, 140 TG, 140 S, 140 SG.

Haushaltskühlschrank wie vor, jedoch in Schrankbauart, Nutzinhalt 180 Liter — Typ: 180 S.

Geräte zur Nahrungsmittelbehandlung*G. Bauknecht, Stuttgart*

Haushaltsküchenmaschine wie bereits genehmigte Typen A 3 und A 4, jetzt in neuer, konstruktiv geänderter Bauart genehmigt als Typ A 5.

Gestrichene Genehmigungen

Die hierunter aufgeführten Streichungen von Zeichengenehmigungen verstehen sich — soweit nicht im Einzelfall ausdrücklich etwas anderes angegeben ist — auf Genehmigungsausweise, die wegen Einstellung der Fertigung der bisher genehmigten Artikel oder wegen Übergang auf abgeänderte und inzwischen neu genehmigte Bauarten ungültig geworden sind.

Installationsmaterial**Stecker***Gebr. von der Horst, Lüdenscheid*

Stecker 6 A 250 V, zweipolig ohne Schutzkontakt — Typen: 852, 853 und 854 sind gestrichen.

Siemens-Schuckertwerke AG, Erlangen

Stecker 6 A 250 V, zweipolig ohne Schutzkontakt mit NLH bzw. NYLHY(PR) 2 x 0,75 mm — Typen: FWLg und FWLg(PVC) sind gestrichen.

Gerätesteckdosen*Gebr. von der Horst, Lüdenscheid*

Wärmgerätesteckdosen 10 A 250 V, zweipolig ohne Schutzkontakt, Typen: 835 und 841 sind gestrichen.

W. A. Werneburg, Sürth bei Köln

Wärmgerätesteckdosen 10 A 250 V, zweipolig ohne Schutzkontakt, Typ: 530 sind gestrichen.

Ortsveränderliche Steckdosen*Gebr. von der Horst, Lüdenscheid*

Kupplungssteckdosen 10 A 250 V, zweipolig ohne Schutzkontakt — Typ: 849 sind gestrichen.

Mehrfachsteckvorrichtungen*Gebr. Berker, Schalksmühle*

T-Stecker (Kombination Stecker mit zwei Steckdosen) 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt — Typen: 15 Ast 2... sind gestrichen.

Geräte**Raumheizgeräte***Quarzlampen-Gesellschaft GmbH, Hanau*

Heizluftbehandlungsgerät 110 und 220 V, 1200 W — Typ: Banja 508 und 509 sind gestrichen.

Heißwasserbereiter*Heinrich Bertrams AG, Siegen*

Sämtliche Heißwasserspeicher mit Ausnahme der Badeöfen 50, 80 und 100 Liter sind gestrichen.

Futterdämpfer*Heinrich Bertrams AG, Siegen*

Die Zeichengenehmigungen für sämtliche Elektro-Futterdämpfer sind gestrichen.

Geräte zur Wäschebehandlung*Hoover GmbH, Düsseldorf*

Haushaltswaschmaschinen Typ 0354 sind gestrichen.

Elektrozaungeräte*Kube KG, Kunkel & Co, Weiler/Allgäu*

Netzanschluß-Elektrozaungerät Typ: N 550 sind gestrichen.

Utina Elektrowerke GmbH, Eutin/Holstein

Netzanschluß-Elektrozaungeräte — Typen: ZGN 1 Blitz, ZGN 2 und ZGN 3 sind gestrichen.

Becker-Prünke GmbH, Datteln

Batterie-Elektrozaungeräte Westfalia — Typen: B 6 und B 6/LS sind gestrichen.

Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen — Drosselspulen*Elektroteile GmbH, Oberuhldingen*

Drosselspulen 220 V, 40 W — Typen: 27/40/3, 48/40/3 und 50/40/3 sind gestrichen.

Gebr. Kaiser & Co Leuchten GmbH, Neheim-Hüsten

Drosselspulen 220 V, 40 und 65 W — Typen: YG 87 V, YG 96 V und YG 89 VE sind gestrichen.

Ungültige Prüfzeichenausweise

Die auf die Firma *Marema-Elektro-Geräte, Erich Macker, Berlin-Tempelhof*, lautenden Prüfzeichenausweise B 3097/4 für Staubsauger „Marema-Goliath“, Geräteklasse I, 110, 125 und 220 V, 300 W, B 3097/5 für Staubsauger „Marema-Expreß“, Geräteklasse I, 110, 120 und 220 V, 275 W, und der auf die Firma *EMKA Metallwarenfabrik AG, Lüdenscheid i. W.*, ausgestellte Prüfzeichenausweis B 3090/1 für Staubsauger „Heinzelsauger“, Geräteklasse I, 110, 120 und 220 V, 200 W, sind ungültig.

VERANSTALTUNGSKALENDER

Wuppertal: Technische Akademie Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld, Hubertusallee 18.

7. 9. bis 9. 9. 1960, 9.00—17.00: „Wege zur Kostensenkung beim Verbrauch elektrischer Energie in Industriebetrieben“, Baurat Dipl.-Ing. *H. Roßberg, Uellendahl*.

12. 9. bis 14. 9. 1960, 9.00—17.00: „Unausgeschöpfte Möglichkeiten im innerbetrieblichen Fernmeldewesen“ (mit Besichtigung), Dr.-Ing. *J. Boysen, Essen*.

14. 9. bis 16. 9. 1960, 9.00—17.00, Staatl. Ingenieurschule für Maschinenwesen, Wuppertal-Elberfeld, Gartenstr. 45: „Meßtechnisches Praktikum zum Gefahrenschutz in elektrischen Anlagen (nach VDE 0100/11.58)“, Baurat Dipl.-Ing. *H. Roßberg, Uellendahl*, und Baurat Dipl.-Ing. *A. Winkler, Essen*.

PERSÖNLICHES

H. Walther. — Am 1. Oktober 1960 wird Dr.-Ing. *Hans Walther* die Leitung der VDE-Prüfstelle als Nachfolger des verstorbenen früheren Leiters Dr.-Ing. *Theodor Dall* übernehmen.

Walther wurde am 7. Juli 1903 in Erfurt geboren. Er studierte Starkstromtechnik an der TH Hannover und legte dort 1928 seine Diplom-Hauptprüfung ab. Im Jahre 1934 promovierte er — ebenfalls an der TH Hannover — zum Doktor-Ingenieur. Von 1928 bis April 1939 war Dr. *Walther* in der Zähler-Fabrik, den Fabriken Annaberg für Installationsmaterial und in der Fabrikenleitung Berlin der AEG tätig und hat sich dort große Erfahrungen auf dem Gebiet der Prüfung und Entwicklung von Installationsmaterial und Haushaltsgeräten erworben. Von 1939 bis 1945 hat er die Abteilung Prüftechnik der VDE-Prüfstelle in Berlin aufgebaut und geleitet. Nach Kriegsende nahm *Walther* seine Tätigkeit bei der AEG wieder auf und betreute dort die Gebiete „Technisches Vorschriftenwesen“ und „Betriebssicherheit“.

In den letzten Jahren hat *Walther* im Deutschen Komitee der CEE und verschiedenen VDE-Kommissionen mitgearbeitet und einige von ihnen als Vorsitzender geleitet. Durch seine Tätigkeit in der Industrie und im VDE-Vorschriften- und Prüfwesen ist Dr. *Walther* einem großen Kreis von Fachkollegen bekannt geworden.

BÜCHER

DK 621.3 : 061.2(43)/(083.133VDE)

VDE-Vorschriften. Maschinen, Transformatoren, Umformer, Installationsmaterial, Schalt- und Hochspannungsgeräte, Verbrauchsgeräte. Bd. 3, Gruppen 5 bis 7. Nach dem Stande am 1. April 1960. 27. Aufl. Mit 1470 S., zahlr. B. und Taf., Format 15 cm x 21,5 cm. VDE-Verlag GmbH, Berlin 1960. Preis Ganzln. 30,— DM.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker läßt mit dem vorliegenden Werk der im vorigen Jahre erschienenen 26. Auflage des Bandes 3 der VDE-Vorschriften nun die 27. Auflage folgen. Sie enthält die gleichen Gruppen der VDE-Bestimmungen, die bisher in Band 3 des VDE-Vorschriftenwerkes zusammengefaßt waren. Die bei den einzelnen Bestimmungen inzwischen eingetretenen Veränderungen sind berücksichtigt. Darüberhinaus ist der Band durch verschiedene Neuaufnahmen erweitert worden. In erster Linie handelt es sich dabei um die neuen Vorschriften für Leuchten (VDE 0710). Diese liegen in vier Teilen vor, die neben allgemeinen Vorschriften besondere Vorschriften enthalten für Handleuchten und Hohlraumleuchten, Lichtketten sowie Leuchten, die unter erschwerten Bedingungen betrieben werden. Die Vorschriften für Leuchten sind ohne Zweifel der Praxis von besonderem Wert und werden mit dazu beitragen, daß die Sicherheit der von ihr erfaßten Geräte weiter erhöht wird.

Ferner sei auf die neuen Vorschriften über Zündtransformatoren in Gas- und Ölfeueranlagen (VDE 0550 Teil 6) aufmerksam gemacht. Diese Anlagen finden zunehmende Anwendung. Das einwandfreie Arbeiten der an ihnen gebräuchlichen automatischen Brenner ist bedingt durch die Zündeinrichtung. Diese ist für den gefahrlosen

Betrieb der Anlage wesentlich und in ihrer Wirkungsweise abhängig von dem Zündtransformator.

Die Fragen der schmiegsamen Elektrowärmegeräte sowie die Anforderungen, die an sie unter dem Gesichtspunkt ausreichender Betriebssicherheit gestellt werden müssen, haben in der verflochtenen Zeit weite Kreise der Fachwelt beschäftigt und zu umfangreichen Erörterungen geführt. Das Ergebnis dieser Verhandlungen liegt in den Vorschriften für probeweise verwendbare schmiegsame Elektrowärmegeräte (VDE 0720) nunmehr vor. Diese Vorschriften werden einerseits für den Hersteller solcher Geräte von Wert sein. Zum anderen ermöglichen sie es dem Benutzer, einwandfreie Geräte zu erkennen, da sie nunmehr probeweise mit dem VDE-Zeichen versehen werden können.

Schließlich sei erwähnt, daß die bisher in Band 3 enthaltenen VDE-Arbeiten allgemeinen Inhalts ergänzt worden sind durch VDE 0052, welche die einheitliche Regelung für den Anschluß von Geräten an das Netz behandelt.

Die Neuauflage des Bandes 3 wird wie die früheren, denen sie in Form und Ausstattung angepaßt ist, den interessierten Kreisen eine dem heutigen Stand der Technik angepaßte wesentliche Arbeitsunterlage sein.

H. Kropf

DK 621.39/023.12)

Einführung in die Elektrische Nachrichtentechnik. Von W. Hering. 3. Neubearb. Aufl. Mit 233 S., 171 B., Format 15 cm × 21 cm. Verlag für Wissenschaft und Leben, Georg Heidecker, Windsheim/Mittelfr. 1959. Preis Ganzln. 16,50 DM.

Es scheint eine unlösbare Aufgabe zu sein, die umfangreichen Gebiete der elektrischen Nachrichtentechnik in einem kleinen Einführungsband zusammenzufassen, und doch ist es dem Verfasser gelungen, durch geschickte Auswahl des Stoffes eine knappe, gut verständliche und doch alle wesentlichen Probleme behandelnde Darstellung, nicht nur eine Einführung, sondern einen guten Gesamtüberblick zu bieten. Ein weiterer Interessentenkreis, keineswegs nur Nachrichtentechniker, kann dieses Werk mit großem Vorteil benutzen. Der Stoff, der sich im wesentlichen auf die deutsche Technik beschränkt, gliedert sich wie folgt.

Ein erster Teil „Fernsprechwesen“ beginnt mit den Sprechstellen, den Vermittlungseinrichtungen des Ortsverkehrs, zuerst den Handvermittlungen für Orts- und Zentralbatterie-Speisung, bringt dann die Ortswähl-Einrichtungen: Nummernschalter, Dreh-, Hebdreh- und Motorwähler; dann die Nebenstellentechnik: Handvermittlungsschränke, Reihenanlagen und Wähleranlagen und die Ortsnetze mit ihren Freileitungen und Kabeln. Das Kapitel „Ferndienst“ behandelt Fernverbindungen mit Rückruf- und Sofortverkehr, die Handvermittlungs-Einrichtungen und die Betriebsabwicklung an ihnen, Fragen der Netzgestaltung, insbesondere im Hinblick auf halb- und vollselbsttätigen Ferndienst. Der Selbstwählferndienst bis zur Landesfernwahl wird hinsichtlich der Verbindungswege, der Gebührenerfassung, der Übergangsstufen zur Volltechnik, der Netzgestaltung und der Leitweglenkung in diesem Netz beschrieben.

Ein zweiter Teil „Telegraphie und Fernschreibwesen“ behandelt unter Verzicht auf historische Geräte die Grundstromkreise, die Telegraphenapparate der Gegenwart, Fernschreib- und Lochstreifengeräte, Leitungen und Betriebsweisen, Teilnehmer-Fernschreibdienst, das allgemeine Telegraphennetz und die Bildtelegraphie.

Der dritte Teil beschreibt „Leitungswege für den Weitverkehr“, zuerst die elektronischen Hilfsmittel, Röhren und Transistoren und ihre Schaltungen, besonders den Fernspreverstärker, bespulte und Trägerfrequenzkabel, Filter, Unterlagerungs- und Wechselstromtelegraphie, Zweidraht- und Vierdrahtbetrieb, symmetrische, Koaxialkabel und Seekabel.

Der vierte Teil über „Funkwesen“ beginnt mit der Physik der elektromagnetischen Wellen und ihrer Ausbreitung, bringt dann drahtlose Telegraphie und Fernsprechen, auch mit Fahrzeugen, Richtfunklinien, Tonrundfunk und Fernsehrundfunk.

Im Anhang werden dann Grundbegriffe der elektronischen Datenverarbeitung erläutert. Ein gründlicher Sachweiser erleichtert die Benutzung.

M. Hebel

Abschluß des Heftes: 22. August 1960

Schluß des Textteiles

Schriftleitung: Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6, Fernruf 43 31 57; Fernschreiber (Telex) 04-12 871.

Hauptschriftleiter: Dr.-Ing. P. Jacottet (für den redaktionellen Teil verantwortlich).

Schriftleiter: Dipl.-Ing. W. H. Hansen

Zuschriften für die Schriftleitung nicht an eine persönliche Anschrift, sondern nur an: Schriftleitung der ETZ, Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6, Fernruf 4 31 57.

BUCHINGÄNGE

(Ausführliche Besprechung vorbehalten.)

Bau- und Betriebsvorschriften für Lichtspieltheater, Theater, Versammlungsräume, Zirkusanlagen, Waren- und Geschäftshäuser und geschlossene Bahnen und Hallen für Radrennen und Motorsportveranstaltungen. Mit Erläuterungen, den Vorschriften für elektrische Anlagen und dem Gesetz über Sicherheitskinefilme (Sicherheitsfilmgesetz) mit Ausführungsbestimmungen. Von Mahly, Prenzlau, Nowak. Ergänzungsbd. zur 4. Aufl. Mit 152 S., Format 14,5 cm × 21 cm. Carl Heymanns Verlag KG, Köln und Berlin 1960. Preis brosch. 16,— DM.

Fachkunde für Elektriker. Bd. 3: Installation von Starkstromanlagen und Lichttechnik. Von W. Blatzheim. 9. verb. Aufl. Mit 296 S., 306 B., 34 Taf., Format 15 cm × 21 cm. Ferd. Dümmers Verlag, Bonn 1960. Preis brosch. 6,80 DM.

Elektronische Fernsteuerungen für Flugmodelle. Bd. 5: Sender und Empfänger für 40,68 MHz. Teil- und Volltransistorempfänger, Tonmodulation Rudermaschinen, Zusammenschaltung. Von L. Hildebrand. Mit 88 S., 56 B., Format 15 cm × 21 cm. Jakob Schneider Verlag, Berlin 1960. Preis kart. 4,80 DM.

Kristalloszillatoren. Elektronische Reihe, H. 2. Mit 68 S., 38 B., Format 14 cm × 21 cm. Hrsg. A. Schure. Berliner Union, Stuttgart 1959. Preis brosch. 6,— DM.

L-C-Oszillatoren. Elektronische Reihe, H. 4. Mit 78 S., 39 B., Format 14 cm × 21 cm. Hrsg. A. Schure. Berliner Union, Stuttgart 1959. Preis brosch. 6,— DM.

Krankheiten elektrischer Maschinen, Transformatoren und Apparate. Ursachen und Folgen, Behebung und Verhütung. Bearb. von zahlr. Fachleuten. Mit 391 S., 264 B., Format 16 cm × 24 cm. Hrsg. R. Spieser und F. Grütter. Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1960. Preis Ganzln. 48,— DM.

Führer durch die Technische Literatur. Katalog technischer Werke für Studium und Praxis. 47. Ausgabe. Mit 278 S., Format 12 cm × 17 cm. Hrsg. und Verlag Fr. Weidemanns Buchhandlung, Hannover 1960. Preis brosch. 2,50 DM.

Statistik im modernen Wirtschafts- und Sozialleben. Von H. Kellerer. Mit 288 S., zahlr. Taf., Format 11,5 cm × 19 cm. Hrsg. E. Grassi. Rowohlt, Hamburg 1960. Preis brosch. 3,30 DM.

ZVEI Elektro-Einkaufsführer 1960. Mit 900 S., Format 10 cm × 19,5 cm. Hrsg. in Zusammenarbeit mit dem Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie, Verlag W. Sachon GmbH, Mindelheim. Preis brosch. 5,— DM.

100 seltsame Fälle der Starkstromtechnik. Mit 126 S., zahlr. B., Format 14,5 cm × 21 cm. Verlag Praktisches Wissen, Graz-Eggenberg 1960. Preis brosch. 32,— ö. S.

Unfallverhütung. Erfolg und Mißerfolg. Von E. Bertsch. Mit 88 S., zahlr. B., Format 18,5 cm × 20,5 cm. Ott-Verlag, Thun—München 1960. Preis kart. 12,— DM/sfrs.

Wasser 59. 100 Jahre Wasserwerk Offenbach am Main. Ein Beispiel kommunaler Leistung. Mit 119 S., zahlr. B., Format 19 cm × 26 cm. Hrsg. im Auftrage des Magistrats der Stadt Offenbach a. M. Max Dorn Presse, Offenbach a. M. 1959.

Fachkunde für Elektriker. Elektrische Maschinen und Meßgeräte. Teil 2. Von W. Blatzheim und K. A. Schwarzenzahl. 15. Aufl. Mit 280 S., 352 B., 5 Taf., Format 14,5 cm × 21 cm. Ferd. Dümmers Verlag, Bonn 1960. Preis brosch. 6,40 DM.

Funktechnik I. Hochfrequenztechnik. Bd. 2, 1. Teil der Schriftenreihe „Der Fernmelder“. Fernmeldetechnische Fachbuchreihe. Von H. Logsch. Mit 308 S., 272 B., Format 14 cm × 21 cm. R. v. Decker's Verlag, G. Schenck GmbH, Hamburg, Berlin, Bonn 1960. Preis brosch. 15,80 DM.

Der Ingenieur und Techniker in Industrie und Wirtschaft. Taschenbuch. Mit 384 S., zahlr. Taf., Format 10 cm × 15 cm. Hrsg. Deutsche Angestellten-Gewerkschaft, Bundesberufsgruppe Technische Angestellte und Beamte. Hanseatische Verlagsanstalt GmbH, Hamburg 1960. Preis Kunststoffeinh. 3,20 DM.

Folgende Aufsätze erschienen in der ETZ-Ausgabe A vom 29. August 1960

Heft 18

G. Bretschneider, H. Dorsch u. B. Zube: Messungen mit Estorffschen Funkenstrecken in Hochspannungsanlagen.

W. Rabus: Acht Jahre Betriebserfahrungen mit Abbildfunkenstrecken für Überspannungsableiter.

G. Klos: Erfassung von Überspannungen in Höchstspannungsnetzen mit Betriebsmitteln.

A. Findeiß: Betriebsverhalten von Ventilableitern in einem 110-kV-Netz.

H. Maier: Messung des Ableitstromes von Ventilableitern mit Magnetstäben.

Verlag und Anzeigenverwaltung: VDE-Verlag GmbH, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, Fernruf 34 01 41, Fernschreiber (Telex) 01-84 083.

Anzeigenleitung: Kurt Totzauer.

Bezugspreis (halbjährlich zuzügl. Zustellgebühr) 11,— DM, für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 9,— DM;

Ausgabe A und B zusammen 30,— DM,

für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 21,— DM.

Einzelpreis dieses Heftes 1,50 DM.

Druck: Deutsche Zentraldruckerei AG, Berlin SW 61, Dessauer Straße 6/7